

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2023年11月16日(16.11.2023)



(10) 国際公開番号

WO 2023/218849 A1

(51) 国際特許分類:

H05K 9/00 (2006.01) *B32B 27/00* (2006.01)
B32B 7/022 (2019.01) *C08J 5/18* (2006.01)
B32B 7/025 (2019.01) *H01Q 17/00* (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2023/014943

(22) 国際出願日: 2023年4月13日(13.04.2023)

(25) 国際出願の言語: 日本語

(26) 国際公開の言語: 日本語

(30) 優先権データ:

特願 2022-078323 2022年5月11日(11.05.2022) JP
特願 2022-095722 2022年6月14日(14.06.2022) JP
特願 2022-095839 2022年6月14日(14.06.2022) JP

(71) 出願人: 凸版印刷株式会社 (**TOPPAN INC.**)
[JP/JP]; 〒1100016 東京都台東区台東一丁目5番1号 Tokyo (JP).

(72) 発明者: 正田 亮(**SHODA, Ryo**); 〒1100016 東京都台東区台東一丁目5番1号 凸版印刷株

式会社内 Tokyo (JP). 西山 碩芳(**NISHIYAMA, Hiroyoshi**); 〒1100016 東京都台東区台東一丁目5番1号 凸版印刷株式会社内 Tokyo (JP). 今井 美穂(**IMAI, Miho**); 〒1100016 東京都台東区台東一丁目5番1号 凸版印刷株式会社内 Tokyo (JP). 今井 順平(**IMAI, Junpei**); 〒1100016 東京都台東区台東一丁目5番1号 凸版印刷株式会社内 Tokyo (JP).

(74) 代理人: 弁理士法人第一国際特許事務所 (**DAI-ICHI INTERNATIONAL PATENT OFFICE, P.C.**); 〒1010041 東京都千代田区神田須田町二丁目8番地2 Tokyo (JP).

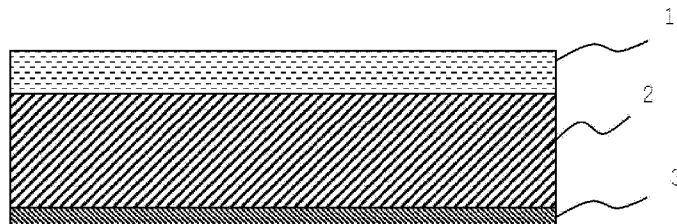
(81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY,

(54) **Title:** ELECTROMAGNETIC WAVE ABSORPTION BODY, PRODUCTION METHOD FOR SAME, AND COMMUNICATION STABILIZATION SPACE

(54) 発明の名称: 電磁波吸収体及びその製造方法並びに通信安定空間

図 1

10



(57) **Abstract:** The purpose of the present invention is to improve the fire resistance of an electromagnetic wave absorption body to prevent the spread of fire when the electromagnetic wave absorption body has caught fire and to achieve favorable reflection attenuation characteristics for a variety of uses and environments. This electromagnetic wave absorption body is a laminate that comprises, in order, a resistance layer, a dielectric layer, and a reflection layer, the electromagnetic wave absorption body being characterized in that the dielectric layer has a concentration distribution in the film thickness direction. In particular, the dielectric may be formed from at least one type of resin component and at least one type of inorganic material. The electromagnetic wave absorption body is also characterized in that, as determined by EDX analysis, there is at least a 10% difference in the metal element concentration from the inorganic material between an upper part and a middle part of a cross-section of the dielectric layer or between the middle part and a lower part. The metal element concentration of the dielectric layer may be such that the values for the upper part, the middle part, and the lower part of a cross-section of the dielectric layer have the relationship upper part>middle part>lower part.



MA, MD, MG, MK, MN, MU, MW, MX, MY, MZ,
NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT,
QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL,
ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG,
US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

- (84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, CV, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SC, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, ME, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

一 国際調査報告 (条約第21条(3))

(57) 要約: 本発明は、電磁波吸収体の耐火性を向上させることで、電磁波吸収体が着火した際の延焼を効果的に防止する技術を提供し、さまざまな用途や環境に置かれても良好な反射減衰特性を得ることを目的とする。そのため、本発明の電磁波吸収体は、抵抗層、誘電体層、反射層を順に備える積層体であり、前記誘電体層が膜厚方向に濃度分布を持つことを特徴とする。特に前記誘電体が、1種類以上の樹脂成分と1種類以上の無機材料から構成されてよい。さらに前記誘電体層の断面におけるEDX分析において、前記無機材料由来の金属元素濃度が、前記誘電体層の断面上部と中間部、または中間部と下部を比較した際に、10%以上異なることを特徴とする。また前記誘電体層における前記金属元素濃度が、前記誘電体層の断面上部と断面中間部、断面下部における値を比較した際に、大小関係が断面上部>断面中間部>断面下部となるようにしてもよい。

明 細 書

発明の名称：電磁波吸収体及びその製造方法並びに通信安定空間 技術分野

[0001] 本発明は、電磁波吸収体及びその製造方法並びに通信安定空間に関する。

背景技術

[0002] 近年、大容量、高速通信に向けた取り組み、自動運転、IoT（Internet of Things）の実用化、レーダーやスキャナなど特定の電磁波送受信装置を用いたセンシング技術の進歩に伴い、オフィスビルや集合住宅、移動体などで使用された5Gや6Gなどの電磁波が、鉄骨柱、梁、支持鉄筋やコンクリート、ガラス窓などから反射されてノイズとなり通信速度を低下させたり、誤検知を引き起こしたりする問題が認識されている。

[0003] これに対し、鉄骨柱、梁、支持鉄筋やコンクリート、ガラス窓などに電磁波吸収体を用いることでノイズを抑制し、本来の通信速度を維持できるようになる。特許文献1では高速道路料金所壁面に電磁波吸収体を設置することが示されている。また、特許文献2や特許文献3では、自動車の車両に電磁波吸収体を用いる例が示されている。

[0004] また室内の最表面に施工される意匠性産業資材、即ち従来の壁紙の代わりに、壁紙の意匠性をもった意匠性電磁波吸収体を用いることでノイズを抑制し、本来の通信速度を維持できるようになる。

さらに例えば、サービス付き高齢者向け住宅や介護施設のトイレでの転倒検知・離座システムや、保育施設の見守りに使用されるミリ波レーダーを用いた室内環境において、床や壁材質（タイル、鉄筋コンクリート）などで反射した電磁波がマルチパスを生み、誤検知や誤作動を引き起こすことがある。これに対し、床や壁に意匠性電磁波吸収体を設置することによって、内外装の意匠性を保ちつつ見守りレーダーの誤検知を防止することができる。

[0005] このような電磁波吸収体として、特許文献4には曲面に取り付けるために有利な特性を有する電磁波吸収体に関し開示されている。また特許文献5に

は平坦ではない面にも取り付けやすく、かつ、高温高湿環境に長期間晒されてもシート抵抗の増加を抑え反射減衰量が低下しにくい電磁波吸収体に関し開示されている。

[0006] また電磁波を利用した製品は、他の電子機器から発生する電磁波と干渉し、誤作動を引き起こすことがある。誤作動を防止するための技術として、電磁波抑制シート及びこれに使用するコーティング剤が提案されている（例えば、下記の特許文献6～8）。

先行技術文献

特許文献

[0007] 特許文献1：特開2011-233642号公報

特許文献2：特許第7000301号公報

特許文献3：特開2022-50120号公報

特許文献4：特開2017-4002号公報

特許文献5：特開2019-71463号公報

特許文献6：特開2010-153542号公報

特許文献7：特開2017-112253号公報

特許文献8：特開2017-216337号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0008] このように通信技術の用途や性能が拡大したことで、電磁波吸収体もさまざまな用途や環境で用いられるようになり、さまざまな用途や環境に置かれても良好な反射減衰特性を示す電磁波吸収体が求められている。

[0009] （例1）例えば電磁波吸収体が火災などの災害に巻き込まれる可能性の高い用途や環境で使用される場合がある。これに対し特許文献1や特許文献2には電磁波吸収体が着火した際の延焼防止に関する課題認識は開示されていない。特許文献3では電磁波吸収体の誘電体層に耐火性添加剤を含ませることにより、延焼防止機能を付与することは開示されているが、添加剤の配合

の仕方など、耐火性を向上させる工夫について十分な開示はない。

[0010] (例2) また例えば床や壁に設置された電磁波吸収体に対し断面方向(上方)から荷重(圧縮応力)がかかるケースが想定される。さらにそうした荷重がかかった状態で高温高湿な環境下で長時間晒されるケースも考えられるところである。発明者は、上方からの荷重に対し反射減衰特性が耐性を有する電磁波吸収体へのニーズを見出した。

これに対し、特許文献4では、曲面に取り付け易くするため、曲げ剛性を $300\text{MPa}\cdot\text{mm}^4$ 以下に設定する旨の記載はあるものの、電磁波吸収体の断面方向の力が加わった場合に関する開示はない。また、特許文献5では、高温高湿な環境下において曲げ剛性が耐久性を有する電磁波吸収体の記載はあるが、断面方向の荷重に関する耐久性の開示はされていない。

[0011] (例3) 電磁波吸収体のタイプは、反射型と透過型に大別される。反射型は入射する電磁波に対して反射する電磁波を低減するものである。透過型は電磁波を吸収する性能を有する磁性体や誘電体を利用し、これを含む層に電磁波を通過させることで電磁波を低減するものである。特に $\lambda/4$ と呼ばれる反射型は、抵抗層のインピーダンスマッチングと誘電体層での位相調整を利用し、表面の反射波と反射体からの反射波を干渉させ、相殺させる為、電磁波吸収体の厚さが薄く、大きな反射減衰量を得る事ができる。

[0012] ところで、上述した通信、レーダー、セキュリティ用のスキャナ等で用いる電磁波における周波数の幅、即ち帯域幅は、広いほど多くの情報を転送することができる。例えば、4G、LTEでは、場所によって異なるが最大で15MHzの帯域幅を持ち、通信速度は100Mbpsである。これに対し、5G、特にミリ波28GHzでは、最大で400MHzの帯域幅を持ち、通信速度は20Gbpsまで高速化できる。これら帯域幅を各社通信メーカーや各種サービス用途へ、400MHzごとに区切って割り振るため、28GHzは、全体で26.5～29.5GHzの周波数範囲が使用されることになる。

[0013] 自動車、民生、産業など様々な用途に展開可能な60GHzは、57～6

4 GHz の帯域幅 7 GHz、距離分解能は 2.14 cm、又は 60～64 GHz の帯域幅 4 GHz、距離分解能は 4 cm 未満、自動車の長距離用レーダーに用いられる 76 GHz は 76～77 GHz の帯域幅 1 GHz、距離分解能 1.5 cm、79 GHz は、77～81 GHz の帯域幅 4 GHz、距離分解能 3.75 cm である。

[0014] このように、高速無線通信技術に伴い、通信の帯域幅や周波数範囲は増加傾向にあり、電磁波吸収体も使用される用途や環境に伴いこれら帯域幅や周波数範囲を網羅的に吸収することが求められる。

[0015] そこで本発明は、通信技術の用途や性能の拡大に伴い、電磁波吸収体がさまざまな用途や環境に置かれても良好な反射減衰特性を示す技術の提供を目的とする。

例えば電磁波吸収体の耐火性を向上させることで、電磁波吸収体が着火した際の延焼を効果的に防止する技術の提供が望まれる。

また例えば断面方向に荷重がかかったときでも反射減衰特性が良好な耐性を有する電磁波吸収体の提供が望まれる。

また例えば十分な反射減衰量を有し、且つ、吸収可能な電磁波の帯域幅が広い電磁波吸収体及びその製造方法並びに通信安定空間の提供が望まれる。

課題を解決するための手段

[0016] 上記の課題を解決するために、代表的な本発明の電磁波吸収体の一つは、抵抗層、誘電体層、反射層を備える積層体であり、誘電体層の濃度分布、硬さ、または厚さの標準偏差が規定される、電磁波吸収体である。

さらに誘電体層が膜厚方向に濃度分布を持つものであってよい。

さらに誘電体層のマルテンス硬さが 2.5 N/mm^2 以上 4.5 N/mm^2 以下であるものであってよい。

さらに誘電体層の厚さの標準偏差を $\sigma 1$ とし、誘電体層の厚さの平均値を $\mu 1$ としたとき、 $\sigma 1$ 及び $\mu 1$ が式 1 を満たすものであってよい。

$$0.005 \leq \sigma 1 / \mu 1 \leq 0.15 \cdots (\text{式 } 1)$$

発明の効果

[0017] 本発明によれば、通信技術の用途や性能の拡大に伴い、電磁波吸収体がさまざまな用途や環境に置かれても良好な反射減衰特性を示すことができる。

例えば電磁波吸収体の耐火性を向上させることで、電磁波吸収体が着火した際の延焼を効果的に防止することができる。

また例えば断面方向に荷重がかかったときでも反射減衰特性が良好な耐性を有することができる。

また例えば十分な反射減衰量を有し、且つ、吸収可能な電磁波の帯域幅が広い電磁波吸収体及びその製造方法並びに通信安定空間を提供することができる。

上記した以外の課題、構成および効果は、以下の実施をするための形態における説明により明らかにされる。

図面の簡単な説明

[0018] [図1]図1は、実施形態Aに係る反射型の電磁波吸収体を模式的に示す断面図である。

[図2]図2は、熱プレスにより濃度勾配を調整する模式図である。

[図3]図3は、誘電体層2を膜厚方向に切った断面の模式図である。

[図4]図4は、実施形態Bに係る反射型の電磁波吸収体を模式的に示す断面図である。

[図5]図5は、床に電磁波吸収体を設置した例を示す模式図である。

[図6]図6は、実施形態C-1に係る反射型の電磁波吸収体を模式的に示す断面図である。

[図7]図7は、実施形態C-2に係る反射型の電磁波吸収体を模式的に示す断面図である。

[図8]図8は、実施形態C-3に係る反射型の電磁波吸収体を模式的に示す断面図である。

[図9]図9は、実施形態C-4に係る反射型の電磁波吸収体を模式的に示す断面図である。

[図10]図10(a)～(c)は、それぞれ、実施例Ca1～Ca3で得られ

た電磁波吸収体の反射減衰特性の測定結果である。

[図11]図11(a)～(c)は、それぞれ、比較例Cb1、実施例Cb1、Cb2で得られた電磁波吸収体の反射減衰特性のシミュレーション結果である。

[図12]図12(a)～(c)は、それぞれ、実施例Cb3～Cb5で得られた電磁波吸収体の反射減衰特性のシミュレーション結果である。

[図13]図13(a)～(c)は、それぞれ、実施例Cb6、Cb7、比較例Cb2で得られた電磁波吸収体の反射減衰特性のシミュレーション結果である。

[図14]図14(a)、(b)は、それぞれ、比較例Cb3、実施例Cb8で得られた電磁波吸収体の反射減衰特性のシミュレーション結果である。

[図15]図15(a)～(c)は、それぞれ、実施例Cb9、Cb10、比較例Cb4で得られた電磁波吸収体の反射減衰特性のシミュレーション結果である。

[図16]図16(a)～(c)は、それぞれ、実施例Cb11～Cb13で得られた電磁波吸収体の反射減衰特性のシミュレーション結果である。

発明を実施するための形態

[0019] 以下、図面を参照して、本発明の実施形態について説明する。なお、この実施形態により本発明が限定されるものではない。また、図面の記載において、同一部分には同一の符号を付して示している。

[0020] [実施形態A]

以下、実施形態Aに係る電磁波吸収体について説明する。図1は、実施形態Aに係る反射型の電磁波吸収体を模式的に示す断面図である。この図に示す電磁波吸収体10はフィルム状又はシート状であり、抵抗層1と、誘電体層2と、反射層3とをこの順序で備える積層構造を有する。なお、フィルム状の電磁波吸収体10は、例えば、全体の厚さが24～250 μ mである。他方、シート状の電磁波吸収体10は、例えば、全体の厚さが0.25～7.1mmである。

[0021] (抵抗層)

抵抗層 1 は外側から入射してきた電磁波を誘電体層 2 へと至らしめるための層である。すなわち、抵抗層 1 は、電磁波吸収体 10 が使用される環境に応じてインピーダンスマッチングをするための層である。電磁波吸収体 10 が空気（インピーダンス： $377\ \Omega/\square$ ）中で使用される場合、抵抗層 1 のシート抵抗は、例えば、 $350\sim400\ \Omega/\square$ の範囲に設定される。

[0022] 抵抗層 1 は、導電性を有する無機材料や有機材料を含有する。導電性を有する無機材料としては、例えば、酸化インジウムスズ（ITO）、酸化インジウム亜鉛（IZO）、酸化亜鉛アルミニウム（AZO）、カーボンナノチューブ、グラフェン、Ag、Al、Au、Pt、Pd、Cu、Co、Cr、In、Ag-Cu、Cu-Au 及び Ni からなる群から選択される 1 つ以上を含むナノ粒子、又は及びナノワイヤーが挙げられ、導電性を有する有機材料としては、ポリチオフェン誘導体、ポリアセチレン誘導体、ポリアニリン誘導体、ポリピロール誘導体、が挙げられる。特に柔軟性、成膜性、安定性、 $377\ \Omega/\square$ のシート抵抗の観点から、ポリエチレンジオキシチオフェン（PEDOT）を含む導電性ポリマーが好ましい。電磁波透過層は、ポリエチレンジオキシチオフェン（PEDOT）とポリスチレンスルホン酸（PSS）との混合物（PEDOT/PSS）を含むものであってもよい。

[0023] 抵抗層 1 のシート抵抗値は、例えば、導電性を有する有機材料の選定、膜厚の調節によって適宜設定することができる。抵抗層 1 の厚さ（膜厚）は $0.1\sim2.0\ \mu\text{m}$ の範囲内とすることが好ましく、 $0.1\sim0.4\ \mu\text{m}$ の範囲内とすることがより好ましい。膜厚が $0.1\ \mu\text{m}$ 以上であると、均一な膜を形成しやすく、抵抗層 1 としての機能をより十分に果たすことができる傾向がある。一方、膜厚が $2.0\ \mu\text{m}$ 以下であると、十分なフレキシビリティを保持させることができ、成膜後に折り曲げ、引っ張りなどの外的要因により、薄膜に亀裂を生じることをより確実に防ぐことができる傾向がある。抵抗層 1 のシート抵抗値は JIS-K-7194 に準拠し行う。表面抵抗測定方法としては、四端子法、二端子法、四探針法、誘電体法、渦電流法などの

測定法を適宜選択し、用いてもよい。表面抵抗値は、例えばロレスター G P M C P - T 6 1 0（商品名、株式会社三菱化学アナリテック製）を用いて測定することができる。

[0024]（誘電体層）

誘電体層 2 は、入射する電磁波と反射した電磁波を干渉させるための層である。誘電体層 2 は、以下の式で表される条件を満たすように厚さ等が設定されている。

$$d = \lambda / (4 (\epsilon_r)^{1/2})$$

式中、 λ は抑制すべき電磁波の波長（単位：m）を示し、 ϵ_r は誘電体層を構成する材料の比誘電率、 d は誘電体層の厚さ（単位：m）を示す。入射する電磁波の位相と反射した電磁波の位相が π ずれることで反射減衰が得られる。

[0025] 誘電体層 2 は、1 種類以上の無機材料と、1 種類以上の樹脂成分とを含有する。誘電体層 2 における無機材料の選択及びその含有量に応じて、誘電体層 2 の密度を調整することができる。樹脂成分 1 0 0 体積部に対し、無機材料の含有量は、好ましくは 1 0 ～ 3 0 0 体積部であり、より好ましくは 2 5 ～ 1 0 0 体積部である。樹脂と無機材料の合計 1 0 0 体積部に対し、無機材料の含有量（以下、体積比の「配合割合」ともいう。）は、1 0 ～ 9 0 体積部（％）が好ましい。樹脂成分 1 0 0 質量部に対し、無機材料の含有量は、好ましくは 1 0 ～ 9 0 0 質量部であり、より好ましくは 2 5 ～ 1 0 0 質量部である。樹脂成分における無機材料の含有量が下限値以上であることで、誘電体層による窒息、延焼防止効果を十分に大きくできる傾向にあり、他方、上限値以下であることで、カレンダー製膜又は押出し成形によって誘電体層を効率的に製造する傾向にある。前記樹脂成分に対する前記無機材料の割合が体積比で 1 0 ～ 9 0 ％とすることが可能である。誘電体層の厚みは 2 0 ～ 7 0 0 0 μm とすることができる。誘電体層の厚みはマイクロメーター法（J I S - C - 2 1 5 1）にて測定を行った。また、厚みの測定法として、分光干渉式膜厚測定器、電磁式膜厚計、渦電流式膜厚計、赤外線膜厚計、超音

波膜厚計、エリプソメーター法などを用いてもよい。また、顕微鏡による膜厚測定法として、顕微鏡写真法、視野微尺法、接眼微尺法、走査型電子顕微鏡法などを用いて測定してもよい。

[0026] 無機材料として、チタン酸バリウム、酸化チタン及び酸化亜鉛などが挙げられる。無機材料の態様は粉末（例えば、ナノ粒子）であることが好ましい。無機材料の密度は樹脂成分の密度よりも高いことが好ましい。無機材料の密度は、好ましくは $2.0 \sim 2.0 \text{ g/cm}^3$ であり、より好ましくは $4.0 \sim 8.0 \text{ g/cm}^3$ であり、更に好ましくは $4.0 \sim 6.5 \text{ g/cm}^3$ である。

また、無機材料として金属単体や炭素材料を用いることができる。ただし導電率が高い金属を多量に含有する誘電体層は電磁波を反射してしまうため、添加量を調整する必要がある。金属を繊維状にしたものを樹脂に練りこむなどして使用することができる。

[0027] 上記無機材料粉末の粒子形状は球状、針状、板状、鱗片状、多角形状、幾何学的な形状であってもよい。また粒子径はナノメートルオーダーでもよいし、マイクロメートルオーダー、ミリメートルオーダーでもよい。粒子径を小さくすることで誘電体形成時に、粒子が密になりやすく耐火性に優れた誘電体層を得やすい傾向にある。一方で粒子径を大きくすることで、意図的に誘電体層内で無機材料を偏析させやすくなり、偏析面を発火源側にすることでより迅速に鎮火を促すことができ、延焼防止に大きな効果を果たすことができる。

[0028] 樹脂成分として、例えば、アクリル樹脂、メタクリル樹脂、シリコーン樹脂、ポリカーボネート、エポキシ樹脂、クリブタル樹脂、ポリ塩化ビニル、ポリビニルホルマール、フェノール樹脂、ユリア樹脂及びポリクロロブレン樹脂が挙げられる。樹脂成分の密度は、好ましくは $0.7 \sim 3.0 \text{ g/cm}^3$ であり、より好ましくは $0.85 \sim 2.5 \text{ g/cm}^3$ である。また、樹脂自体が難燃性や耐火性を有していてもよい。

[0029] 作製した誘電体層における無機材料の濃度は膜厚方向、幅方向に濃度分布を持っていてもよい。膜厚方向は積層構造を有する電磁波吸収体における積

層方向に等しく、幅方向は膜厚方向に垂直な方向であれば特に限定されない。濃度分布は先に述べたように無機材料の粒径により調整することもできるし、濃度の異なる誘電体層を熱溶着などの方法で積層させることで作製することができる。

[0030] 誘電体層は消火性、難燃性、吸熱性を有する無機材料や樹脂を含有していてもよい。無機材料は引火点を500℃以上とすることが望ましい。さらに不燃性とすることもできる。このような性質を持つ材料を用いることで、延焼防止機能を向上させることができる。

[0031] 難燃剤としては、リン原子含有化合物を好適に使用することができる。リン原子含有化合物としては、例えば、赤リン、トリフェニルホスフェート、トリクレジルホスフェート、トリキシレニルホスフェート、クレジルジフェニルホスフェート、及びキシレニルジフェニルホスフェート等の各種リン酸エステル、リン酸ナトリウム、リン酸カリウム、及びリン酸マグネシウム等のリン酸金属塩、亜リン酸ナトリウム、亜リン酸カリウム、亜リン酸マグネシウム、亜リン酸アルミニウム等の亜リン酸金属塩、ポリリン酸アンモニウム、などリン系化合物等が挙げられる。難燃剤は、これら1種単独で使用してもよいし、2種以上を併用してもよい。

[0032] 吸熱剤としては、金属水酸化物、金属塩の水和物などの水和金属化合物が挙げられる。具体的には、水和金属化合物としては、水酸化アルミニウム、水酸化マグネシウム、水酸化カルシウム、カルシウム－マグネシウム系水酸化物、ハイドロタルサイト、ベーマイト、タルク、ドーソナイト、硫酸カルシウムの水和物、硫酸マグネシウムの水和物、ホウ酸亜鉛などが挙げられる。

[0033] 消火剤としては特に制限されず、いわゆる消火の4要素（除去作用、冷却作用、窒息作用、負触媒作用）を有するものを適宜用いることができる。消火剤としては、一般消火薬剤（カリウム塩を主成分とする粉末系消火剤の他、炭酸水素ナトリウムやリン酸塩等の一般的な粉末系消火剤が挙げられる）が挙げられる。万能な消火剤としてはABC消火剤が挙げられ、油や電気火

災用の消火剤としてはBC消火剤が挙げられる。消火剤成分は、例えば、バインダー樹脂とともに燃焼して熱エネルギーを発生する無機酸化剤と、ラジカル発生剤とを少なくとも含み、ラジカル発生剤の分解開始温度が90℃～260℃の範囲である。かかる消火剤成分は、優れた消火性能を有する。消火剤成分は、ラジカル発生剤として、例えば、カリウム塩及びナトリウム塩の少なくとも一方を含む。カリウム塩及びナトリウム塩は燃焼ラジカルを安定化して燃焼の連鎖反応を抑制する作用（負触媒作用）を有する。

[0034] （反射層）

反射層3は誘電体層2から入射してきた電磁波を反射させ、誘電体層2へと至らしめるための層である。反射層3の厚さは、例えば、4～250μmであり、4～12μm又は50～100μmであってもよい。

[0035] 反射層3は、例えば、シート抵抗値が100Ω/□以下の導電性を有する材料で構成されている。かかる材料は無機材料であっても有機材料であってもよい。導電性を有する無機材料として、例えば、酸化インジウムスズ（ITO）、酸化インジウム亜鉛（IZO）、酸化亜鉛アルミニウム（AZO）、カーボンナノチューブ、グラフェン、Ag、Al、Au、Pt、Pd、Cu、Co、Cr、In、Ag-Cu、Cu-Au及びNiからなる群から選択される1つ以上を含むナノ粒子、又は及びナノワイヤーが挙げられる。導電性を有する有機材料として、例えば、ポリチオフェン誘導体、ポリアセチレン誘導体、ポリアニリン誘導体、ポリピロール誘導体が挙げられる。導電性を有する無機材料又は有機材料を基材上に製膜してもよい。柔軟性、成膜性、安定性、シート抵抗値及び低コストの観点から、PETフィルムと、その表面に蒸着されたアルミニウム層とを備える積層フィルム（Al蒸着PETフィルム）を反射層3として用いることが好ましい。

[0036] （製造方法）

誘電体層は例えば以下の工程を経て製造される。まず、誘電体層材料となる樹脂及び無機材料を設計した処方通りに計量し、攪拌機に投入し、均一になるよう攪拌を行う。混ぜ合わせたものを押し出し機に投入し、熔融・混練

を行う。押出機の先端から細い棒状に形成した樹脂を押出し、水槽中で冷却し、任意の大きさにカットし誘電体層の原料となる樹脂ペレットを作製する。次いで、作製した樹脂に熱をかけることで溶融させ、押し出し機やカレンダー製膜機、熱プレス機等の装置を用いて所定の厚みに調整した誘電体層を作製する。上記方法は一例であり、樹脂ペレット製造工程を含まず、直接、押出機やカレンダー製膜機での製膜も可能である。

[0037] 上記方法で誘電体層を作製する際に濃度勾配を付与する方法として、例えば複数の樹脂を、複数の押出機から別々に押し出し、特殊な構造のダイの中で積層することで誘電体層を作製することができる。

また熱プレス機により作製する場合、金型内に樹脂ペレットを充填する際に濃度の異なるペレットを層状になるよう配置する、無機材料含有ペレットと樹脂単一のペレットを配合比を変化させ混合し、混合したものを順次層状に配置し熱プレスすることで誘電体層を作製する方法がある。

図2は、熱プレスにより濃度勾配を調整する模式図である。無機材料含有ペレット4の粒子径が樹脂ペレット5のサイズより小さいため、熱プレス時に材料をセットすると無機材料が下側に偏析しやすくなることで濃度勾配をつけることが可能となる。

[0038] 上記方法のほかにウェットコーティングにより誘電体層を形成することもできる。ウェットコーティングは、誘電体層を構成する材料が分散した分散液を基材上に塗工して塗膜を形成し、塗膜を乾燥させることで行われる。ウェットコーティングの方法としては、グラビアコーティング、ロールコーティング、ダイコーティング、コンマコーティング及びナイフコーティングなどが挙げられ、分散液の塗工及び塗膜の乾燥という操作が1回であっても十分な厚さの誘電体層が形成できる傾向にあることから、コンマコーティング、ナイフコーティング及びロールコーティングであることが好ましい。

[0039] ウェットコーティングにより、誘電体層に濃度勾配を付与する方法として、塗工ヘッドから乾燥炉までのパス長の長い装置を用いる方法が考えられる。塗工時には溶剤や水に無機材料や樹脂を混合しているため、無機材料が溶

剤や水中で流動することができる状態にある。パス長の長い装置を用いることで流動可能時間が長くなり、無機材料の密度が樹脂よりも大きいため、無機材料の沈降が促進され、濃度勾配ができる。この際に無機材料の粒子径を大きくすることにより、この沈降が起きやすくなる。また、濃度の異なる誘電体層を積層してもよい。

[0040] また、樹脂と無機材料を混合せず、誘電体層を作製することもできる。例えば、チタン酸バリウムや酸化チタンを焼結したのち、樹脂層と貼り合わせることで誘電体層を作製することもできる。また樹脂が粘着性を有する場合、粘着面に直接無機材料をコーティングしたり、スパッタや蒸着を用いて樹脂と無機材料を重ね合わせることで誘電体層を作製することもできる。

[0041] 電磁波吸収体は、例えば、以下の工程を経て製造される。まず、ロール状の誘電体層をカレンダー製膜で作製し、次いで、グラビアコーティングによって誘電体層を含むロール状の積層体を作製する。この積層体を所定のサイズに切断することで電磁波吸収体が得られる。ロール状の誘電体層は、（A）上記無機材料と樹脂を含む樹脂組成物を調製する工程と、（B）当該樹脂組成物からなる誘電体層をカレンダー製膜によって形成する工程とを経て製造される。吸収体として用いる際の周波数帯が高い場合（例えば、60GHz以上）、誘電体層の厚さが十分に薄いため、ロールtoロール方式であるカレンダー製膜によって電磁波吸収体を製造できる。これに対し、適用対象の周波数帯が低い場合厚く形成する必要があるため、ロールtoロール方式での製造が困難となる傾向にある（例えば、28GHz未満）。この場合、例えば、枚葉方式である、熱プレス成形によって誘電体層を形成することができる。つまり、使用する周波数帯（換言すれば、誘電体層の厚さ）に応じて作製方法を適宜選択すればよい。

[0042] （濃度勾配）

誘電体層の濃度勾配を測定する方法について例を用いて説明する。測定手段として、走査型電子顕微鏡__エネルギー分散型X線分光法（SEM__EDX）を用いる。図3は、誘電体層2を膜厚方向に切った断面の模式図である

。以下、特に断りのない限り、誘電体層の断面というときは膜厚方向に切ったときの平面をいう。また電磁波が入射する誘電体層の抵抗層側を上部、反射層側を下部という。まず、SEMによる断面観察にて誘電体層の膜厚を確認する。前記膜厚から誘電体層の断面上部 1 1、断面中間部 1 2、および断面下部 1 3 の領域を確認し、各領域内の元素濃度を測定する。各領域内の測定点は特に限定されず任意でもよい。例えば誘電体層の膜厚が 500 μm であった場合、断面上部 1 1 は誘電体層表面から膜厚方向に 1 μm 離れた面との間の領域を表し、断面中間部 1 2 は断面において膜厚を等分する線分 p を挟んで上下 $\pm 0.5 \mu\text{m}$ の間隔において離れた面との間の領域を表し、断面下部 1 3 は誘電体層裏面から膜厚方向に 1 μm 離れた面との間の領域を表す。ここに誘電体層表面は抵抗層側の平面を意味し、誘電体層裏面は反射層側の平面を意味する。膜厚方向の誘電体層の濃度分布を適切に測定し得るものであれば、この例に限らないことは言うまでもなく、膜厚方向の任意の複数の場所で測定してもよい。

[0043] 次に濃度勾配の求め方について例を用いて模式的に説明する。樹脂成分としてウレタン樹脂、無機材料として酸化チタンを用いた誘電体層において、上述した方法で濃度を測定した場合の測定例を表 A 1 と表 A 2 に示す。

[表A1]

元素	濃度 (a t m %)		
	R 0	R 1	R 2
C	52.3	56.7	60
O	34.8	34.6	34.8
T i	12.9	8.7	5.2
計	100	100	100
δ	—	32.6	40.2

[表A2]

元素	濃度 (a t m %)		
	R 0	R 1	R 2
C	58.1	59.8	60
O	33.9	34.6	34.8
T i	5.1	5.6	5.2
計	100	100	100
δ	—	9.8	7.1

R 0 は断面上部 1 1 の元素濃度、R 1 は断面中間部 1 2 の元素濃度、R 2

は断面下部 1 3 の元素濃度を表す。濃度勾配 δ (%) は $|\{ (R1/R0) - 1 \} \times 100|$ または $|\{ (R2/R1) - 1 \} \times 100|$ で表される。

無機材料由来の金属元素である Ti について濃度勾配 δ を求めると、表 A 1 では断面上部と断面中間部の濃度勾配は 32.6、断面中間部と断面下部の濃度勾配は 40.2 と求められる。同様に表 A 2 では 9.8、7.1 と求められる。ここから表 A 1 の誘電体層は、Ti の元素濃度が断面上部と断面中間部、または断面中間部と断面下部と比較した際に 10% 以上異なることが分かる。これに対し表 A 2 の誘電体層は 10% に満たないことが分かる。さらに表 A 1 の誘電体層は断面上部、中間部、下部における Ti 元素の濃度の大小関係が $R0 > R1 > R2$ の関係にあるのに対し、表 A 2 の誘電体層は $R0 < R1$ 、 $R1 > R2$ の大小関係にあることが分かる。

[0044] <実施例>

以下の材料を使用して実施例及び比較例に係る誘電体層を作製した。

樹脂成分

アクリル樹脂：OC-3405（サイデン化学社製、密度 0.96 g/cm^3 ）

ウレタン樹脂：エラストラン C60A10WN クリヤー（BASF ジャパン社製、密度 1.1 g/cm^3 ）

無機材料

チタン酸バリウム粉末：BT-01（堺化学工業社製、密度 6.01 g/cm^3 ）

酸化チタン粉末：CR-60（石原産業社製、密度 4.02 g/cm^3 ）

マグネシウム粉末：マグネシウム粉末 1 級（林純薬工業社製、密度 1.75 g/cm^3 ）

[0045] （実施例 A 1）

アクリル樹脂：酸化チタンを体積比 60 : 40 にて配合し、塗液を作製、アプリケーションャターを用いて離型処理された PET 基材に塗工した。塗工後、大気中で 5 分間放置したのち、乾燥オーブンにて 120°C 環境下で 5 分間乾燥さ

せ、厚さ 818 μm の誘電体層を作製した。

[0046] (実施例 A 2)

ウレタン樹脂:チタン酸バリウムを体積比 70 : 30 にて配合し、熱プレス用の金型にセットした。200℃に加熱した熱プレス機を用いて、5 分間加圧し、厚さ 780 μm の誘電体層を作製した。

[0047] (実施例 A 3)

ウレタン樹脂:チタン酸バリウムを体積比 55 : 45 にて配合し、実施例 A 2 と同様の方法で、厚さ 791 μm の誘電体層を作製した。

[0048] (実施例 A 4)

ウレタン樹脂:チタン酸バリウムを体積比 70 : 30 にて配合し、実施例 A 2 と同様の方法で、厚さ 53 μm の誘電体層を作製した。

[0049] (実施例 A 5)

ウレタン樹脂:チタン酸バリウムを体積比 70 : 30 にて配合し、実施例 A 2 と同様の方法で、厚さ 4250 μm の誘電体層を作製した。

[0050] (実施例 A 6)

ウレタン樹脂:マグネシウムを体積比 50 : 50 にて配合し、実施例 A 2 と同様の方法で、厚さ 210 μm の誘電体層を作製した。

[0051] (比較例 A 1)

アクリル樹脂を用いて、実施例 A 1 と同様の方法で塗工を行い、大気中の乾燥時間は設けずに、120℃環境下で 5 分間乾燥させ、厚さ 840 μm の誘電体層を作製した。

[0052] (比較例 A 2)

ウレタン樹脂を熱プレス用の金型にセットした。200℃に加熱した熱プレス機を用いて、5 分間加圧し、厚さ 780 μm の誘電体層を作製した。

[0053] (比較例 A 3)

ウレタン樹脂:マグネシウムを体積比 95 : 5 にて配合し、熱をかけることでウレタン樹脂を溶融させ、樹脂とマグネシウムを混錬、混錬物を押出し、断裁することでマスターバッジを作製した。作製したマスターバッジを、実

施例 A 2 と同様に金型にセットし、厚さ 190 μm 厚の誘電体層を作製した。

[0054] <評価>

実施例 A 1 ～ A 6、比較例 A 1 ～ A 3 に関して延焼試験を行い、延焼防止効果を確認した。延焼防止効果の確認方法として、着火ライターで誘電体に着火し、誘電体層が燃焼するか確認し、消火するまでの時間を記録しておこなった。実施例、比較例の構成データと結果を表 A 3 に示す。実施例 A 1 ～ A 6 は、金属元素の濃度勾配が、断面上部と断面中間部、または断面中間部と断面下部を比較した際にいずれも 10% 以上であり、また金属元素の断面上部、断面中間部、断面下部での濃度の大小関係を比較した際に、いずれも断面上部>断面中間部>断面下部の関係を示した。一方、比較例 A 1 ～ A 3 は、金属元素を含んでいないか、または金属元素を含んでいても上述したような濃度勾配や濃度の大小関係を満たしていない。延焼試験に関しては、実施例 A 1 ～ A 6 について誘電体層が燃え尽きることはなく鎮火したのに対し（誘電体層焼尽無き事：○）、比較例 A 1 ～ A 3 については誘電体層が焼尽したことが確認された（誘電体層焼尽無き事：×）。

[表A3]

		実施例A1	実施例A2	実施例A3	実施例A4
材料	樹脂	アクリル	ウレタン	ウレタン	ウレタン
	無機材料	酸化チタン	チタン酸バリウム	チタン酸バリウム	チタン酸バリウム
配合	樹脂	60	70	55	70
(体積部)	無機材料	40	30	45	30
密度(g/cm ³)	無機材料	4.02	6.01	6.01	6.01
膜厚(μ m)	誘電体層	818	780	791	53
引火点(°C)	無機材料	不燃性	不燃性	不燃性	不燃性
濃度(%)	断面上部(元素)	36.3 (Ti)	10.9 (Ti)/6.8(Ba)	16.3 (Ti)/10.9(Ba)	9.9 (Ti)/7.8(Ba)
	断面中間部(元素)	30.5 (Ti)	8.7 (Ti)/4.8(Ba)	12.6 (Ti)/7.3(Ba)	7.7 (Ti)/4.1(Ba)
	断面下部(元素)	25.5 (Ti)	5.5 (Ti)/4.3(Ba)	5.2 (Ti)/4.6(Ba)	5.3 (Ti)/3.2(Ba)
濃度勾配(%)	上部 中間部(元素)	16.0 (Ti)	20.2 (Ti)/29.4(Ba)	22.7 (Ti)/33.0(Ba)	22.2 (Ti)/47.4(Ba)
	中間部 下部(元素)	29.8 (Ti)	36.8 (Ti)/10.4(Ba)	58.7 (Ti)/37.0(Ba)	31.2 (Ti)/22.0(Ba)
延焼試験	誘電体層焼尽無き事	○	○	○	○

実施例A5	実施例A6	比較例A1	比較例A2	比較例A3
ウレタン	ウレタン	アクリル	ウレタン	ウレタン
チタン酸バリウム	マグネシウム	-	-	マグネシウム
70	50	100	100	95
30	50	-	-	5
6.01	1.7	-	-	1.7
4250	210	840	780	190
不燃性	520	-	-	520
15.1 (Ti)/9.8(Ba)	10.1 (Mg)	-	-	1.1(Mg)
12.1 (Ti)/7.0(Ba)	8.2 (Mg)	-	-	1.2(Mg)
4.1 (Ti)/2.6(Ba)	6.1 (Mg)	-	-	1.1(Mg)
19.9 (Ti)/28.6(Ba)	18.8 (Mg)	-	-	9.1(Mg)
66.1 (Ti)/62.9(Ba)	25.6 (Mg)	-	-	8.3(Mg)
○	○	×	×	×

[0055] 誘電体層が膜厚方向に濃度勾配をもつように不燃性や難燃性等の特徴を有する無機材料を混入することで延焼防止効果が高まることが実証された。着火を受けやすい側に無機材料を比較的多めに配置することで延焼防止効果が向上したものと考えられる。特に金属元素による濃度勾配の指標を用いて所定数値以上の値を有するものが延焼防止効果に優れた誘電体層を与えることが見出された。なお金属元素が複数種類含む場合、少なくとも1種類の金属元素に関し濃度勾配を指標として用いることが可能である。

このことにより所定量の無機材料を混入するに際し、延焼防止効果を奏するよう効率的に誘電体層に配合することが可能となり、製造効率やコスト削減等の製造上の効果も期待できる。

[0056] [実施形態B]

以下、実施形態Bに係る電磁波吸収体について説明する。以下で説明がない点については、不整合が生じない限り、実施形態Aに係る電磁波吸収体と同様である。

本実施形態において、電磁波吸収体の「断面方向」というときは、電磁波

が入射する側の表面の法線方向を意味する。

また本実施形態において、「床」というときは、特に限定されず、地面に平行な平面を意味する。

[0057] 図4は、実施形態Bに係る反射型の電磁波吸収体110を模式的に示す断面図である。この図に示す電磁波吸収体110はフィルム状又はシート状であり、抵抗層101と、誘電体層102と、反射層103とをこの順序で備える積層構造を有する。なお、フィルム状の電磁波吸収体110は、例えば、全体の厚さが24～250 μ mである。他方、シート状の電磁波吸収体110は、例えば、全体の厚さが0.25～7.1mmである。

[0058] (抵抗層)

抵抗層101は外側から入射してきた電磁波を誘電体層102へと至らしめるための層である。すなわち、抵抗層101は、電磁波吸収体110が使用される環境に応じてインピーダンスマッチングをするための層である。電磁波吸収体110が空気（インピーダンス：377 Ω /□）中で使用される場合、抵抗層1のシート抵抗は、例えば、350～400 Ω /□の範囲に設定される。

[0059] 抵抗層101は、導電性を有する無機材料や有機材料を含有する。導電性を有する無機材料としては、例えば、酸化インジウムスズ（ITO）、酸化インジウム亜鉛（IZO）、酸化亜鉛アルミニウム（AZO）、カーボンナノチューブ、グラフェン、Ag、Al、Au、Pt、Pd、Cu、Co、Cr、In、Ag-Cu、Cu-Au及びNiナノ粒子からなる群から選択される1つ以上を含むナノ粒子、又は及びナノワイヤーが挙げられ、導電性を有する有機材料としては、ポリチオフェン誘導体、ポリアセチレン誘導体、ポリアニリン誘導体、ポリピロール誘導体、が挙げられる。特に柔軟性、成膜性、安定性、377 Ω /□のシート抵抗の観点から、ポリエチレンジオキシチオフェン（PEDOT）を含む導電性ポリマーが好ましい。抵抗層1は、ポリエチレンジオキシチオフェン（PEDOT）とポリスチレンスルホン酸（PSS）との混合物（PEDOT/PSS）を含むものであってもよい。

[0060] 抵抗層 101 のシート抵抗値は、例えば、導電性を有する有機材料の選定、膜厚の調節によって適宜設定することができる。抵抗層 101 の厚さ（膜厚）は 0.1 ~ 2.0 μm の範囲内とすることが好ましく、0.1 ~ 0.4 μm の範囲内とすることがより好ましい。膜厚が 0.1 μm 以上であると、均一な膜を形成しやすく、抵抗層 101 としての機能をより十分に果たすことができる傾向がある。一方、膜厚が 2.0 μm 以下であると、十分なフレキシビリティを保持させることができ、成膜後に折り曲げ、引っ張りなどの外的要因により、薄膜に亀裂を生じることをより確実に防ぐことができる傾向がある。抵抗層 101 のシート抵抗値は例えばロレスター GP MCP-T610（商品名、株式会社三菱化学アナリテック製）を用いて測定することができる。

[0061] （誘電体層）

誘電体層 102 は、入射する電磁波と反射した電磁波を干渉させるための層である。誘電体層 102 は、以下の式で表される条件を満たすように厚さ等が設定されている。

$$d = \lambda / (4 (\epsilon_r)^{1/2})$$

式中、 λ は抑制すべき電磁波の波長（単位：m）を示し、 ϵ_r は誘電体層を構成する材料の比誘電率、 d は誘電体層の厚さ（単位：m）を示す。入射する電磁波の位相と反射した電磁波の位相が π ずれることで反射減衰が得られる。

[0062] 誘電体層 102 は、1 種類以上の無機材料からなる無機フィラーと、1 種類以上の樹脂成分とを含有する。無機フィラーが含有された誘電体層 102 は、樹脂成分のみで構成された誘電体層と比較して硬くなる傾向を示し、断面方向のひずみや収縮が発生しにくく、変形を防ぐことができるため、荷重がかかった際も、選択した周波数において一定の反射減衰量を得ることができる。

誘電体層 102 における無機フィラーの選択及びその含有量に応じて、誘電体層 102 の密度を調整することができる。樹脂と無機フィラーの合計 1

00体積部に対し、無機フィラーの含有量（以下、体積比の「配合割合」ともいう。）は、好ましくは10～80体積部（％）、より好ましくは25～80体積部（％）である。下限値以上であることで、誘電体層102の圧縮変形割合を小さくできる傾向にあり、他方、上限値以下であることで、フィルム形状を維持することができ、ウエットコーティング（例えばグラビアコート、マイクロコート、ロッドコート、コンマコート）又は押出し成形によって誘電体層102を効率的に製造できる傾向にある。厚みは、好ましくは50～1000 μm であり、より好ましくは50～800 μm であり、誘電率と反射減衰させる周波数に応じて選択することが好ましい。薄いほど、誘電体層102の圧縮変形割合を小さくできる傾向にあり、ウエットコーティング又は押出し成形によって誘電体層102を効率的に製造できる傾向にある。誘電体層102における無機フィラーの含有量は、電磁波吸収体をカットして断面を露出させ、エネルギー分散型X線分光法（EDX）によって断面における無機フィラー固有の元素の存在割合を分析することにより定量する。

[0063] 無機フィラーとして、金属酸化物、金属水酸化物、金属炭酸塩、金属硫酸塩、金属珪酸塩、金属窒化物、金属リン酸塩、金属ホウ酸塩、金属チタン酸塩、金属硫化物、炭素類からなる群から選ばれる。例えば、金属酸化物として、シリカ、珪藻土、アルミナ、酸化亜鉛、チタニア、ジルコニア、酸化カルシウム、酸化マグネシウム、酸化鉄、酸化スズ、酸化クロム、酸化アンチモン、酸化イットリウム、酸化セリウム、酸化サマリウム、酸化ランタン、酸化タンタル、酸化テルビウム、酸化銅、酸化ユーロピウム、酸化ネオジウム、フェライト類等、が挙げられる。金属水酸化物として、水酸化カルシウム、水酸化マグネシウム、水酸化アルミニウム、塩基性炭酸マグネシウム等、金属炭酸塩として、重質炭酸カルシウム、軽質炭酸カルシウム、炭酸亜鉛、炭酸バリウム、ドーソナイト、ハイドロタルサイト等、が挙げられる。金属珪酸塩として、硫酸バリウム、石膏繊維等の金属硫酸塩、珪酸カルシウム（ウォラスナイト、ゾノトライト）、硫酸カルシウム、カオリン、クレ

一、タルク、マイカ、モンモリロナイト、ベントナイト、活性白土、セピオライト、イモゴライト、セリサイト、ガラス繊維、ガラスビーズ、ガラスフレーク等、が挙げれる。金属窒化物として、窒化アルミニウム、窒化ホウ素、窒化珪素等、金属チタン酸塩として、チタン酸カリウム、チタン酸カルシウム、チタン酸マグネシウム、チタン酸バリウム、チタン酸ジルコン酸鉛アルミニウムボレード等、金属ホウ酸塩として、ホウ酸亜鉛、ホウ酸アルミニウム等、が挙げられる。

リン酸三カルシウム等の金属燐酸塩、硫化モリブデン等の金属硫化物、炭化珪素等の金属炭化物、カーボンブラック、グラファイト、炭素繊維等の炭素類、その他のフィラーが挙げられる。

[0064] 無機フィラーとして金属化合物が望ましい。例えばチタン酸バリウム (BaTiO_3)、チタン酸ネオジウム酸バリウム ($\text{Ba}_3\text{Nd}_{9/3}\text{Ti}_{18}\text{O}_{54}$)、酸化チタン (TiO_2)、酸化亜鉛 (ZnO)、フォルステライト (Mg_2SiO_4)、酸化アルミニウム (Al_2O_3)、ニオブ酸マグネシウム酸バリウム ($\text{Ba}(\text{Mg}_{1/3}\text{Nb}_{2/3})\text{O}_3$)、二酸化珪素 (SiO_2) などの金属化合物が挙げられる。

[0065] 無機フィラーの態様は粉末（例えば、ナノ粒子）であることが好ましい。特に、高誘電フィラーであると、薄くできて、変形量が小さい為、好ましい。

[0066] 金属化合物の密度は樹脂成分の密度よりも高いことが好ましい。金属化合物の密度は、好ましくは $2.0 \sim 20 \text{ g/cm}^3$ 以下であり、より好ましくは $4.0 \sim 8.0 \text{ g/cm}^3$ であり、更に好ましくは $4.0 \sim 6.5 \text{ g/cm}^3$ である。

[0067] 樹脂成分として、例えば、アクリル樹脂、メタクリル樹脂、シリコーン樹脂、ポリカーボネート、エポキシ樹脂、クリブタル樹脂、ポリ塩化ビニル、ポリビニルホルマール、フェノール樹脂、ユリア樹脂及びポリクロロブレン樹脂が挙げられる。樹脂成分の密度は、好ましくは $0.7 \sim 3.0 \text{ g/cm}^3$ であり、より好ましくは $0.85 \sim 2.5 \text{ g/cm}^3$ である。

[0068] (反射層)

反射層 103 は誘電体層 102 から入射してきた電磁波を反射させ、誘電体層 102 へと至らしめるための層である。反射層 103 の厚さは、例えば、 $4 \sim 250 \mu\text{m}$ であり、 $4 \sim 12 \mu\text{m}$ 又は $50 \sim 100 \mu\text{m}$ であってもよい。

[0069] 反射層 103 は、例えば、シート抵抗値が $100 \Omega/\square$ 以下の導電性を有する材料で構成されている。かかる材料は無機材料であっても有機材料であってもよい。導電性を有する無機材料として、例えば、酸化インジウムスズ (ITO)、酸化インジウム亜鉛 (IZO)、酸化亜鉛アルミニウム (AZO)、カーボンナノチューブ、グラフェン、Ag、Al、Au、Pt、Pd、Cu、Co、Cr、In、Ag-Cu、Cu-Au 及び Ni ナノ粒子からなる群から選択される 1 つ以上を含むナノ粒子、又は及びナノワイヤーが挙げられる。導電性を有する有機材料として、例えば、ポリチオフェン誘導体、ポリアセチレン誘導体、ポリアニリン誘導体、ポリピロール誘導体が挙げられる。導電性を有する無機材料又は有機材料を基材上に製膜してもよい。柔軟性、成膜性、安定性、シート抵抗値及び低コストの観点から、PET フィルムと、その表面に蒸着されたアルミニウム層とを備える積層フィルム (Al 蒸着 PET フィルム) を 反射層 103 として用いることが好ましい。

[0070] (製造方法)

誘電体層は例えば以下の工程を経て製造される。まず、誘電体層材料となる樹脂及び無機フィラーを設計した処方通りに計量し、攪拌機に投入し、均一になるよう攪拌を行う。混ぜ合わせたものを押し出し機に投入し、熔融・混練を行う。押出機の先端から細い棒状に形成した樹脂を押出し、水槽中で冷却し、任意の大きさにカットし誘電体層の原料となる樹脂ペレットを作製する。次いで、作製した樹脂に熱をかけることで熔融させ、押し出し機やカレンダー製膜機、熱プレス機等の装置を用いて所定の厚みに調整した誘電体層を作製する。上記方法は一例であり、樹脂ペレット製造工程を含まず、直接、押出機やカレンダー製膜機での製膜も可能である。

[0071] 上記方法のほかにウェットコーティングにより誘電体層を形成することもできる。ウェットコーティングは、誘電体層 102 を構成する材料が分散した分散液を基材上に塗工して塗膜を形成し、塗膜を乾燥させることで行われる。ウェットコーティングの方法としては、グラビアコーティング、ロールコーティング、ダイコーティング、コンマコーティング及びナイフコーティングなどが挙げられ、分散液の塗工及び塗膜の乾燥という操作が 1 回であっても十分な厚さの誘電体層 102 が形成できる傾向にあることから、コンマコーティング、ナイフコーティング及びロールコーティングであることが好ましい。

[0072] 電磁波吸収体は、例えば、以下の工程を経て製造される。まず、ロール状の誘電体層を押出し成形で作製し、次いで、ロール to ロールのラミネートによって誘電体層を含むロール状の積層体を作製する。この積層体を所定のサイズに切断することで電磁波吸収体を得られる。ロール状の誘電体層は、(A) 上記無機フィラーと樹脂を含む樹脂組成物を調製する工程と、(B) この樹脂組成物からなる誘電体層を押出し成形によって形成する工程とを経て製造される。電磁波吸収体として用いる際の周波数帯が高い場合（例えば、60GHz 以上）、誘電体層の厚さが十分に薄いため、ウェットコーティングによって電磁波吸収体を製造できる。これに対し、適用対象の周波数帯が低い場合厚く形成する必要があるため、ウェットコーティングでの製造が困難となる傾向にある（例えば、28GHz 未満）。この場合、例えば、熱プレス成形によって誘電体層を形成することができる。つまり、使用する周波数帯（換言すれば、誘電体層の厚さ）に応じて作製方法を適宜選択すればよい。

[0073] <実施例>

以下の材料を使用し、基材に抵抗層材料を塗工し乾燥させて実施例及び比較例に係る抵抗層を作製した。

基材：意匠性フィルム L O V A L（凸版印刷）

抵抗層材料：P E D O T - P S S（ナガセケムテックス）

[0074] 以下の材料を使用して実施例及び比較例に係る反射層を作製した。

アルミニウム蒸着フィルム テトライトSC（尾池工業）

[0075] 以下の材料を使用して実施例及び比較例に係る誘電体層を作製した。

樹脂成分

アクリル樹脂：OC-3405（サイデン化学社製、密度 0.96 g/cm^3 ）

ウレタン樹脂：エラストランC60A10WNクリアー（BASFジャパン社製、密度 1.1 g/cm^3 ）

無機フィラー

チタン酸バリウム粉末：BT-01（堺化学工業社製、密度 6.01 g/cm^3 ）

酸化チタン粉末：CR-60（石原産業社製、密度 4.02 g/cm^3 ）

シリカ：SO-C1（アドマテックス）

[0076]（実施例B1）

アクリル樹脂：酸化チタンを体積比25：75にて配合し、アプリケーションを用いて厚さ $550\text{ }\mu\text{m}$ の誘電体層を作製した。

[0077]（実施例B2）

ウレタン樹脂：チタン酸バリウムを体積比30：70にて配合し、樹脂ペレットを作製し、熱プレス機を用いて厚さ $440\text{ }\mu\text{m}$ の誘電体層を作製した。

[0078]（実施例B3）

ウレタン樹脂：シリカを体積比30：70にて配合し、樹脂ペレットを作製し、熱プレス機を用いて厚さ $800\text{ }\mu\text{m}$ の誘電体層を作製した。

[0079]（実施例B4）

ウレタン樹脂：チタン酸バリウムを体積比45：55にて配合し、樹脂ペレットを作製し、熱プレス機を用いて厚さ $787\text{ }\mu\text{m}$ の誘電体層を作製した。

[0080]（実施例B5）

ウレタン樹脂：チタン酸バリウムを体積比 55 : 45 にて配合し、アプリケーションケーターを用いて厚さ 310 μm の誘電体層を作製した。

[0081] (比較例 B 1)

アクリル樹脂、アプリケーションケーターを用いて厚さ 170 μm の誘電体層を作製し、作製した誘電体層を 4 枚積層することで厚さ 694 μm の誘電体層を作製した。

[0082] (比較例 B 2)

ポリカーボネート樹脂、熱プレス機を用いて厚さ 800 μm の誘電体層を作製した。

[0083] (比較例 B 3)

ウレタン樹脂、熱プレス機を用いて厚さ 448 μm の誘電体層を作製した。

[0084] 実施例 B 1 ~ B 5、比較例 B 1 ~ B 3 で述べた誘電体層に、上述の抵抗層、反射層をそれぞれ貼り合わせて、各実施例及び比較例に係る電磁波吸収体を完成させた。

[0085] <評価>

上述の実施例及び比較例に関し、以下の評価方法を用い、電磁波吸収体の断面方向の硬さ、比誘電率及び電磁波吸収特性を測定した。発明者は断面方向の硬さの値として、マルテンス硬さが良好な反射減衰特性を判別する指標として有効であることを見出した。

[0086] (マルテンス硬さ)

マルテンス硬さは、物質の硬さ（硬度）を示す指標の一種であり、圧子に荷重を掛けてサンプルの表面に押し込み、その際に形成された窪み（圧痕）の深さ（押し込み深さ）を測定して、当該荷重から算出される押し込み力と、当該押し込み深さから算出される窪みの表面積との商と定義される。断面方向に荷重をかけることにより、断面方向の圧縮応力による厚みの変化を確認することができる。

ISO 14577 に準拠したマルテンス硬さ測定装置（フィッシャースコ

ープHM2000；株式会社フィッシャー・インストルメンツ）を用いて測定を行った。

サンプルは、測定時に誘電体層以外の積層された層の影響を避けるために電磁波吸収体の断面から行った。具体的には電磁波吸収体を冷間硬化タイプのエポキシ樹脂やUV硬化樹脂などの樹脂に包埋して十分に硬化させた後、電磁波吸収体の断面が現れるように切断して機械研磨を施すことにより測定面を得た。具体的な測定方法は、各サンプルの測定面における誘電体層に対して圧子を押し込み、その押し込み深さと荷重からマルテンス硬さを算出する。測定条件は、試験力1 mN、試験力負荷所要時間10秒、試験力保持時間0秒として測定を行った。特段の断りなくマルテンス硬度の値が示されるときは、作製当初（初期）の電磁波吸収体におけるマルテンス強度を意味するとする。

[0087] （比誘電率）

誘電体シートについて、JIS-C2138：2007に準拠して比誘電率を測定した。具体的には、空洞共振器法誘電率測定装置（アジレント・テクノロジー株式会製、製品名「PNA-Lネットワークアナライザ N5230A」）を用いて、周波数1 GHz、温度25℃、相対湿度50%の条件にて比誘電率を測定した。

[0088] （最大反射減衰量となる周波数の変化率）

まず床の上に電磁波吸収体を設置し、人の荷重を65 kgと想定した637 Nの荷重をかけた前後の電磁波吸収体の反射減衰量を以下の装置を使用して測定した。具体的には送信アンテナからミリ波を電磁波吸収体に照射し、電磁波吸収体を反射して受信アンテナに入射するミリ波の強度を測定して反射減衰量（dB）を求めた。

さらに、温度85℃、相対湿度85%の環境下に1000時間にわたって晒した後の電磁波吸収体について反射減衰量を同様に測定した。

ベクトルネットワークアナライザ（Keysight PNA N5222B 10MHz－26.5GHz、Virginia Diodes Inc

c、WR12 55－95GHz)

高周波ネットワークアナライザー（アジレント・テクノロジー製、E8362C）

[0089] 次に以下の式を用いて、最大反射減衰量となる周波数の変化率を指標として導出する。

$$Y1(\%) = (D1 - D0) / D0 \times 100$$

D1：637Nの荷重をかけた電磁波体の最大反射減衰量となる周波数（GHz）

D0：荷重をかけていない電磁波吸収体の最大反射減衰量となる周波数（GHz）

$$Y2(\%) = (D2 - D0) / D0 \times 100$$

D2：温度85℃及び相対湿度85%RHの環境に1000時間にわたって晒した後の637Nの荷重をかけた電磁波吸収体の最大反射減衰量となる周波数（GHz）

D0：荷重をかけていない電磁波吸収体の最大反射減衰量となる周波数（GHz）

Y1は作製当初（初期）の電磁波吸収体において、所定の荷重を断面方向にかけた場合の最大反射減衰量となる周波数の変化率を表し、Y2は温度85℃及び相対湿度85%RHの環境に1000時間にわたって晒した後の電磁波吸収体における変化率を表す。

[0090] 上述した各指標の測定結果を表B1に示す。マルテンス硬さが2.5N/mm²以上4.5N/mm²以下の電磁波吸収体に対しては、最大反射減衰量となる周波数の変化率は実施例B1～B5に関し初期のケースにおいて20%以下の良好な数値を示した。さらに温度85℃及び相対湿度85%RHの環境に1000時間にわたって晒したケースでは、実施例B1～B4に関し20%以下の良好な数値を示し、いずれについても断面方向の荷重に関し反射減衰特性が良好な耐性を有することが見出された。

〔表B1〕

		実施例B1	実施例B2	実施例B3	実施例B4	実施例B5
材料	樹脂	アクリル	ウレタン	ウレタン	ウレタン	ウレタン
	無機フィラー	酸化チタン	チタン酸バリウム	シリカ	チタン酸バリウム	チタン酸バリウム
配合(体積部)	樹脂	25	30	30	45	55
	無機フィラー	75	70	70	55	45
誘電体層の厚み(μm)	初期	550	440	800	787	310
	荷重試験後の厚み	540	436	798	765	254
比誘電率		10.5	13.5	11	10.6	8.3
マルテンズ硬さ(N/mm ²)	初期	3.87	3.95	4.01	3.70	2.51
	85℃85RH%1000時間	3.44	3.61	3.78	3.10	1.90
最大反射減衰量となる周波数の変化率	637Nの荷重	初期(Y1)	3%	2%	1%	5%
		85℃85RH%1000時間(Y2)	8%	6%	4%	12%

比較例B1	比較例B2	比較例B3
アクリル	ポリカーボネート	ウレタン
—	—	—
100	100	100
—	—	—
694	800	448
613	745	362
3.7	2.9	3.2
1.12	2.07	0.95
0.52	1.55	0.44
35%	24%	37%
42%	30%	43%

〔0091〕（適用事例）

本実施形態に係る電磁波吸収体は、一例として建物内で人や家具、オフィス用品などの荷重がかかる床に適用する用途が考えられる。図5は、床120に電磁波吸収体110を設置した例を示す模式図である。ただし、電磁波吸収体の設置は、設置面の法線方向からの荷重が想定されるケースであればこれに限られるものではなく、壁や斜面などであってもよく、歩道や坂のような屋外に設置されてもよい。さらに曲面上に設置することを妨げるものではない。また上述した用途例に適用される電磁波吸収体を製造または選定する際の標準規格として用いることも可能である。

〔0092〕＜電磁波吸収体＞

〔実施形態C－1〕

以下、実施形態C－1に係る電磁波吸収体について説明する。なお以下に述べる実施形態C1～C4に関し以下で説明がない点については、不整合が生じない限り、実施形態A、Bに係る電磁波吸収体と同様である。図6は、実施形態C－1に係る反射型の電磁波吸収体を模式的に示す断面図である。この図に示す電磁波吸収体210はフィルム状又はシート状であり、抵抗

層 201 と、誘電体層 202 と、反射層 203 とをこの順に備える積層体である。なお、フィルム状の電磁波吸収体は、例えば、全体の厚さが 24 ~ 250 μm である。他方、シート状の電磁波吸収体は、例えば、全体の厚さが 0.25 ~ 7.1 mm である。

[0093] (抵抗層)

抵抗層 201 は外側から入射してきた電磁波を誘電体層 202 へと至らしめるための層である。すなわち、抵抗層 201 は、インピーダンスマッチングをするための層である。

[0094] 電磁波吸収体 210 が空気（インピーダンス：377 $\Omega/\square$ ）中で使用される場合、抵抗層 201 のシート抵抗は、例えば、200 $\Omega/\square$ 以上 1400 $\Omega/\square$ 以下の範囲に設定されると高い反射減衰を得ることができる。

[0095] 抵抗層 201 は、導電性無機材料及び導電性有機材料の少なくとも一方で構成される層を含む。導電性無機材料としては、例えば、酸化インジウムスズ（ITO）、酸化インジウム亜鉛（IZO）、酸化亜鉛アルミニウム（AZO）、カーボン、グラフェン、Ag、Al、Au、Pt、Pd、Cu、Co、Cr、In、Ag-Cu、Cu-Au および Ni からなる群から選択される 1 つ以上が挙げられる。導電性無機材料の形状は特に限定されず、例えば粒子状又はワイヤー状である。導電性有機材料としては、ポリチオフェン誘導体、ポリアセチレン誘導体、ポリアニリン誘導体及びポリピロール誘導体が挙げられる。特に、導電性有機材料としては、柔軟性、成膜性、安定性、表面抵抗の観点から、ポリエチレンジオキシチオフェン（PEDOT）を含む導電性ポリマーが好ましい。抵抗層 1 は、ポリエチレンジオキシチオフェン（PEDOT）とポリスチレンスルホン酸（PSS）との混合物（PEDOT/PSS）を含むものであってもよい。抵抗層 1 は、導電性無機材料及び導電性有機材料の少なくとも一方で構成される層のみで構成されてもよいが、導電性無機材料及び導電性有機材料の少なくとも一方からなる層を基材上に設けてなるものであってもよい。基材としては、ポリエチレンテレフタレート（PET）、ポリエチレン（PE）、ポリプロピレン（PP）など

が挙げられる。特に柔軟性、成膜性、安定性、表面抵抗の観点から、抵抗層 201 は、PEDOT を含む導電性ポリマーからなる膜を形成してなる PET フィルムで構成されることが好ましい。

[0096] 抵抗層 201 のシート抵抗値は、例えば、導電性を有する有機材料の選定、膜厚の調節によって適宜設定することができる。抵抗層 201 の厚さ（膜厚）は 0.1 ~ 2.0 μm の範囲内とすることが好ましく、0.1 ~ 0.4 μm の範囲内とすることがより好ましい。膜厚が 0.1 μm 以上であると、均一な膜を形成しやすく、抵抗層 201 としての機能をより十分に果たすことができる傾向がある。一方、膜厚が 2.0 μm 以下であると、十分な柔軟性を保持させることができ、成膜後に折り曲げ、引っ張りなどの外的要因により、薄膜に亀裂を生じることをより確実に防ぐことができる傾向がある。抵抗層 201 のシート抵抗値は例えばロレスター GP MCP-T610（商品名、株式会社三菱化学アナリテック製）を用いて測定することができる。

[0097] 抵抗層 201 の製膜方法は、材料によって適宜選択されることが好ましく、主に有機材料であればウェットコーティング法が好ましく、無機材料であればドライコーティング法が好ましい。ウェットコーティング法としては、例えば、ダイコーター、マイクログラビアコーター、キスリバーコーター及びリップコーターを用いたコーティング法が挙げられる。ドライコーティング法としては、例えば、抵抗加熱蒸着、イオンビーム（EB）法及びスパッタリング法があげられる。

[0098] （誘電体層）

誘電体層 202 は、厚さに分布がある。そのため、複数の周波数の電磁波は、互いに干渉して相殺される傾向にある。更に、誘電体層 202 は、 $\sigma 1 / \mu 1$ が 0.005 以上 0.15 以下である。これにより、電磁波吸収体 210 は、十分な反射減衰量を有しつつも、吸収可能な電磁波の帯域幅が広いものとなる。

[0099] 誘電体層 202 は、表面に凹凸を有する。それにより、 $\sigma 1 / \mu 1$ が 0.

0.05以上0.15以下となる。凹凸の形状は、規則的であってもよく、不規則であってもよく、それらが混在していてもよい。規則的な凹凸の形状としては、例えば、格子状及びストライプ状が挙げられる。これらの形状は、簡便に形成できるため好ましい。誘電体層202の表面の凹凸は、抵抗層201及び反射層203がその凹凸に追従できるように、誘電体層202の表面において緩やかに変化することが好ましい。

[0100] 誘電体層202の μ_1 は、例えば、1.6mm以下、1.0mm以下、又は0.5mm以下であってもよい。誘電体層202の μ_1 は、例えば、0.01mm以上であってもよい。誘電体層202の μ_1 が1.6mm以下であると、上記式1を満たす誘電体層202の形成が容易となる傾向にある。

[0101] 誘電体層202の σ_1/μ_1 は、0.005以上であり、帯域幅が一層広がる傾向があることから、0.01以上であることが好ましく、0.02以上であることがより好ましい。 σ_1/μ_1 は、0.15以下であり、最大反射減衰量が一層高くなる傾向があることから、0.06以下であることが好ましく、0.04以下であることがより好ましい。

[0102] 誘電体層202の μ_1 及び σ_1 は、以下のように測定される。すなわち、誘電体層202から試験片（サイズ：10cm×10cm角）を切り出す。試験片の縦方向及び横方向に2cm間隔で格子状にしたときの交点25点について厚さを測定する。厚さは、定圧厚さ測定器を用いて測定する。試験片の周縁から1cm未満の領域には交点が含まれないようにする。25点の厚さの測定値から、その平均値と標準偏差とを算出し、それぞれ μ_1 と σ_1 とする。

[0103] μ_1 及び σ_1 は、以下のように測定されてもよい。すなわち、電磁波吸収体210から試験片（サイズ：10cm×10cm角）を切り出す。試験片の縦方向及び横方向に2cm間隔で格子状にしたときの交点25点について誘電体層202の厚さを測定する。誘電体層202の厚さは、電磁波吸収体の断面を光学顕微鏡で観察して画像を撮影し、ソフトウェアを用いて画像を解析することで測定する。試験片の周縁から1cm未満の領域には交点が含ま

まれないようにする。25点の厚さの測定値から、その平均値と標準偏差とを算出し、それぞれ $\mu 1$ と $\sigma 1$ とする。電磁波吸収体の断面は、測定精度を一層向上させるために、以下の手法により形成されたものであってよい。すなわち、試験片をエポキシ樹脂で覆い、エポキシ樹脂を硬化させる。その後、カッターを用いてエポキシ樹脂から試験片の断面を出す。断面の表面をミクロトームで薄く切削することで平滑なものとし、観察する対象となる断面とする。

[0104] 誘電体層202は樹脂を含む。樹脂としては、例えば、(メタ)アクリル樹脂、ポリウレタン樹脂、グリプタル樹脂、ポリエステル樹脂、ポリエチレン樹脂、ポリカーボネート樹脂、ポリプロピレン樹脂、ポリスチレン樹脂、ポリアミド樹脂、ポリビニルホルマール樹脂、ポリ塩化ビニル樹脂、ポリアクリロニトリル樹脂、ポリメチルメタアクリル樹脂、ポリアセタール樹脂、ポリフッ化ビニリデン樹脂、エポキシ樹脂、フェノール樹脂、ユリア樹脂(尿素樹脂)、ポリクロロプレン樹脂が挙げられる。中でも、成形性に優れることから、樹脂としては、(メタ)アクリル樹脂、ポリウレタン、ポリエステル、ポリエチレン、ポリカーボネート、ポリプロピレン、ポリスチレン、ポリアミド又はこれらの2種以上の混合樹脂が好ましい。特に、樹脂の誘電率が高いと、誘電体粒子の添加量を低下させることが可能となり、(1)薄膜化、(2)成形性、(3)低コストの実現が可能になることから、樹脂としては、(メタ)アクリル樹脂、ポリウレタン樹脂又はこれらの混合樹脂が好ましい。

[0105] 誘電体層202は、樹脂の比誘電率よりも大きい比誘電率を有する誘電体粒子をさらに含んでいてもよい。誘電体粒子としては、分散の安定性、及び、誘電体層202の高誘電率化の観点から、無機化合物が好ましい。無機化合物としては、無機酸化物が好ましい。無機酸化物としては、例えば、チタン酸バリウム(BaTiO_3)、チタン酸ネオジウム酸バリウム($\text{Ba}_3\text{Nd}_9\text{Ti}_{18}\text{O}_{54}$)、酸化チタン(TiO_2)、酸化亜鉛(ZnO)、フォルステライト(Mg_2SiO_4)、酸化アルミニウム(Al_2O_3)、ニオブ酸マグ

ネシウム酸バリウム ($\text{Ba}(\text{Mg}_{1/3}\text{Nb}_{2/3})\text{O}_3$) が挙げられる。

[0106] 誘電体層 202 の複素誘電率実部は、4 以上、10 以上、又は 20 以上であってもよい。これにより、誘電体層 202 の $\mu 1$ を小さくできる傾向にある。誘電体層 202 の複素誘電率実部は、30 以下であってもよい。

[0107] (反射層)

反射層 203 は、誘電体層 202 から入射してきた電磁波を反射させ、誘電体層 202 へと至らしめるための層である。反射層 203 の厚さは、例えば、0.1 nm ~ 1 mm であり、0.1 nm ~ 10 μm の薄膜又は 0.01 ~ 0.2 mm の箔、0.2 mm ~ 1 mm の板であってもよい。

[0108] 反射層 203 は、例えば導電性無機材料及び導電性有機材料の少なくとも一方で構成される層を含む。導電性無機材料としては、例えば、酸化インジウムスズ (ITO)、酸化インジウム亜鉛 (IZO)、酸化亜鉛アルミニウム (AZO)、カーボン、グラフェン、Ag、Al、Au、Pt、Pd、Cu、Co、Cr、In、Ag-Cu、Cu-Au および Ni からなる群から選択される 1 つ以上が挙げられる。導電性無機材料の形状は特に限定されず、例えば粒子状又はワイヤー状である。導電性有機材料としては、ポリチオフェン誘導体、ポリアセチレン誘導体、ポリアニリン誘導体及びポリピロール誘導体が挙げられる。反射層 203 は、導電性無機材料及び導電性有機材料の少なくとも一方で構成される層のみで構成されてもよいが、導電性無機材料及び導電性有機材料の少なくとも一方からなる層を基材上に設けてなるものであってもよい。基材としては、ポリエチレンテレフタレート (PET)、ポリエチレン (PE)、ポリプロピレン (PP) などが挙げられる。特に柔軟性、成膜性、安定性、表面抵抗の観点から、反射層 203 は、アルミニウム蒸着膜を形成してなる PET フィルムで構成されることが好ましい。反射層 203 の表面抵抗値は特に制限されるものではないが、100 $\Omega/\square$ 以下であることが好ましい。反射層 203 は単一の層であってもよいし、複数層から成る積層体であってもよい。

[0109] 電磁波吸収体 210 の半値幅は、28 GHz 用であれば、1 GHz 以上、

2 GHz 以上、又は、3 GHz 以上であればよく、60 GHz 用であれば、4.5 GHz 以上、7.5 GHz 以上、又は10 GHz 以上であればよく、76 GHz であれば、1.5 GHz 以上、2.5 GHz 以上、又は、3.5 GHz 以上であればよく、79 GHz であれば、4.5 GHz 以上、又は、5.5 GHz 以上、又は6.5 GHz 以上であってよい。

[0110] 電磁波吸収体210の最大反射減衰量は、20 dB 以上、25 dB 以上、又は30 dB 以上であってよい。

[0111] [実施形態C-2]

以下、実施形態C-2に係る電磁波吸収体について説明する。以下で説明がない点については、不整合が生じない限り、実施形態C-1に係る電磁波吸収体と同様である。図7は、実施形態C-2に係る反射型の電磁波吸収体を模式的に示す断面図である。この図に示す電磁波吸収体220は、保護層204と、抵抗層201と、誘電体層202と、反射層203とをこの順に備える積層体である。

[0112] (保護層)

保護層204は、例えば、高分子フィルムで構成されている。高分子フィルムの材質としては、例えば、例えば、PET（ポリエチレンテレフタレート）、TAC（三酢酸セルロース）、PMMA（ポリメタクリル酸エステル）、PP（ポリプロピレン）、PC（ポリカーボネート）、ETFE（エチレンテトラフルオロエチレン）、PCTFE（ポリクロロテトラフルオロエチレン）、PTFE（ポリテトラフルオロエチレン）及びPEN（ポリエチレンナフタレート）が挙げられる。

[0113] 保護層204の厚さは、例えば、11～13 μm 、49～51 μm 、又は74～76 μm であってもよい。

[0114] 保護層204の表面には、意匠性のあるデザインが形成されていてもよい。

[0115] [実施形態C-3]

以下、実施形態C-3に係る電磁波吸収体について説明する。以下で説明

がない点については、不整合が生じない限り、実施形態C-2に係る電磁波吸収体と同様である。図8は、実施形態C-3に係る反射型の電磁波吸収体を模式的に示す断面図である。この図に示す電磁波吸収体230は、保護層204と、抵抗層201と、バリア接着層205と、バリア層206と、誘電体層202と、反射層203とをこの順に備える積層体である。電磁波吸収体230は、バリア接着層205と、バリア層206とを備えることで、誘電体層202による抵抗層201の抵抗増加を抑制し、反射減衰量が大きく帯域幅が広い電磁波吸収体を得られる。

[0116] (バリア接着層)

バリア接着層205は、抵抗層201と、バリア層206と密着させるための層である。バリア接着層205は、抵抗層201の抵抗を上昇させないことが好ましい。

[0117] バリア接着層205の厚さは、吸収周波数と密着力に応じ適宜変更されることが好ましい。バリア接着層205の厚さは、 $0.5\mu\text{m}$ 以上 $100\mu\text{m}$ 以下であることが好ましく、 $3\mu\text{m}$ 以上 $25\mu\text{m}$ 以下であることがより好ましい。この厚さが $0.5\mu\text{m}$ 以上であると十分な密着力が得られる傾向にあり、 $100\mu\text{m}$ 以下であると電磁波吸収体の総厚を薄くすることができる傾向にある。

[0118] バリア接着層205は、例えば、アクリル系接着剤や粘着剤、シリコーン系接着剤や粘着剤、ポリオレフィン系接着剤や粘着剤、ウレタン系接着剤や粘着剤、又はポリビニルエーテル系接着剤や粘着剤等が挙げられる。このうち、シリコーン系粘着剤は、透明性及び耐湿熱性が高く、厳しい環境下においても密着力が低下しにくく、かつ抵抗層201の抵抗の上昇が抑制される傾向にあるため、好ましい。バリア接着層205のシート抵抗値は十分に高いことが好ましく、例えば、 $1.0 \times 10^6 \Omega/\square$ 以上であることが好ましい。バリア接着層205のシート抵抗値が $1.0 \times 10^6 \Omega/\square$ 以上であることで、抵抗層201から入射してきた電磁波がバリア接着層205の表面で反射することを抑制することができる。

[0119] (バリア層)

バリア層206は、誘電体層202による抵抗層201の抵抗の増加を抑制させるための層である。バリア層206のシート抵抗値は十分に高いことが好ましく、例えば、 $1.0 \times 10^6 \Omega/\square$ 以上であることが好ましい。バリア層206のシート抵抗値が $1.0 \times 10^6 \Omega/\square$ 以上であることで、抵抗層201から入射してきた電磁波がバリア層206の表面で反射することを抑制ができる傾向にある。

[0120] バリア層206の酸素透過度は、好ましくは $4.0 \times 10^2 \text{ cc}/\text{m}^2 \cdot \text{day} \cdot \text{atm}$ 以下であり、より好ましくは $1.0 \times 10^1 \text{ cc}/\text{m}^2 \cdot \text{day} \cdot \text{atm}$ 以下であり、更に好ましくは $1.0 \times 10^{-1} \text{ cc}/\text{m}^2 \cdot \text{day} \cdot \text{atm}$ 以下である。酸素透過度は、JIS K 7126-2に記載の方法に準拠し、温度30℃、相対湿度70%の条件下で測定される値を意味する。

[0121] バリア層206の水蒸気透過度は、好ましくは $1.0 \times 10^2 \text{ g}/\text{m}^2 \cdot \text{day}$ 以下であり、より好ましくは $1.0 \times 10^1 \text{ g}/\text{m}^2 \cdot \text{day}$ 以下であり、更に好ましくは $2.0 \times 10^{-1} \text{ g}/\text{m}^2 \cdot \text{day}$ 以下である。水蒸気透過度は、JIS K 7129Bに記載の方法に準拠し、温度40℃、相対湿度90%の条件下で測定される値を意味する。

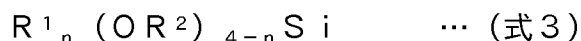
[0122] バリア層206の厚さは、吸収周波数と酸素透過度、水蒸気透過度に応じて適宜変更されてよいが、 $3 \mu\text{m}$ 以上 $100 \mu\text{m}$ 以下であることが好ましく、 $5 \mu\text{m}$ 以上 $25 \mu\text{m}$ 以下であることがより好ましい。この厚さが $3 \mu\text{m}$ 以上であると加工が容易であり、 $100 \mu\text{m}$ 以下であると電磁波吸収体の総厚を薄くすることができる。なお、バリア層206は、必要に応じて、帯電防止剤、紫外線吸収剤、可塑剤及び滑り剤等の添加剤を含んでいてもよい。バリア層の表面は、コロナ処理、フレーム処理及びプラズマ処理等の表面処理が施されていてもよい。

[0123] バリア層206は、ポリエチレンテレフタレート、ポリブチレンテレフタレート及びポリエチレンナフタレート等のポリエステル；ナイロン等のポリアミド；ポリプロピレン及びシクロオレフィン等のポリオレフィン；ポリカ

ーボネート；並びにトリアセチルセルロース等が挙げられるが、これらに限定されない。バリア層206は、ポリエステルフィルム、ポリアミドフィルム又はポリオレフィンフィルムであることが好ましく、ポリエステルフィルム又はポリアミドフィルムであることがより好ましく、ポリエチレンテレフタレートフィルム（PETフィルム）であることが更に好ましい。PETフィルムは、加工適性及び密着性の観点から望ましい。また、PETフィルムは、ガスバリア性の観点から、二軸延伸PETフィルムであることが好ましい。

[0124] バリア層206は、ポリエチレンテレフタレート、ポリブチレンテレフタレート及びポリエチレンナフタレート等のポリエステル；ナイロン等のポリアミド；ポリプロピレン及びシクロオレフィン等のポリオレフィン；ポリカーボネート；並びにトリアセチルセルロース等の基材フィルム上に蒸着層とバリア性被覆層とをこの順序で含む積層構造であってもよい。バリア性被覆層は蒸着層を覆うように設けられている。バリア性被覆層は、後工程での二次的な各種損傷を防止するとともに、高いバリア性を付与するために設けられるものである。バリア性被覆層の厚さは、50～2000nmであることが好ましく、100～1000nmであることがより好ましい。バリア性被覆層の厚さが50nm以上であると、膜形成がしやすくなる傾向があり、他方、2000nm以下であると、割れ又はカールを抑制できる傾向がある。

[0125] バリア性被覆層は、シロキサン結合を含んでいてもよい。シロキサン結合を含む化合物は、例えば、シラン化合物を用い、シラノール基を反応させて形成されることが好ましい。このようなシラン化合物としては、下記式3で表される化合物が挙げられる。



[式中、nは0～3の整数を示し、R¹及びR²はそれぞれ独立に炭化水素基を示し、好ましくは炭素数1～4のアルキル基を示す。]

上記式3で表される化合物としては、例えば、テトラメトキシシラン、テトラエトキシシラン、テトラプロポキシシラン、テトラブトキシシラン、メ

チルトリメトキシシラン、メチルトリエトキシシラン、ジメチルジメトキシシラン、及びジメチルジエトキシシラン等が挙げられる。窒素を含むポリシラザンを使用してもよい。

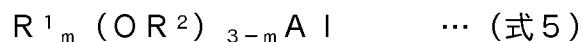
[0126] バリア性被覆層には、他の金属原子からなる前駆体から作られる材料を使用してもよい。Ti原子を含む化合物としては、例えば、下記式4で表される化合物が挙げられる。



[式中、nは0～3の整数を示し、R¹及びR²はそれぞれ独立に炭化水素基を示し、好ましくは炭素数1～4のアルキル基を示す。]

上記式4で表される化合物としては、例えば、テトラメトキシチタニウム、テトラエトキシチタニウム、テトライソプロポキシチタニウム、及びテトラブトキシチタニウム等が挙げられる。

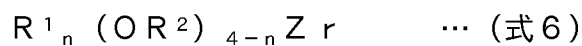
[0127] Al原子を含む化合物としては、例えば、下記式5で表される化合物が挙げられる。



[式中、mは0～2の整数を示し、R¹及びR²はそれぞれ独立に炭化水素基を示し、好ましくは炭素数1～4のアルキル基を示す。]

上記式5で表される化合物としては、例えば、トリメトキシアルミニウム、トリエトキシアルミニウム、トリイソプロポキシアルミニウム、及びトリブトキシアルミニウム等が挙げられる。

[0128] Zr原子を含む化合物としては、例えば、下記式6で表される化合物が挙げられる。



[式中、nは0～3の整数を示し、R¹及びR²はそれぞれ独立に炭化水素基を示し、好ましくは炭素数1～4のアルキル基を示す。]

上記式6で表される化合物としては、例えば、テトラメトキシジルコニウム、テトラエトキシジルコニウム、テトライソプロポキシジルコニウム、及びテトラブトキシジルコニウム等が挙げられる。

[0129] バリア性被覆層は、大気中で形成することもできる。バリア性被覆層を大気中で形成する場合は、例えば、ポリビニルアルコール、ポリビニルピロリドン、エチレンビニルアルコールのような極性を持つ化合物、ポリ塩化ビニリデン等の塩素を含む化合物、及びS i 原子を含む化合物、T i 原子を含む化合物、A l 原子を含む化合物、Z r 原子を含む化合物等を含有する塗布液を蒸着層上に塗布し、乾燥硬化させることで形成することができる。バリア性被覆層を大気中で形成する際の塗布液の塗布方法としては、具体的には、グラビアコーター、ディップコーター、リバースコーター、ワイヤーバーコーター、及びダイコーター等による塗布方法が挙げられる。上記塗布液は塗布後、硬化される。硬化方法としては、特に限定されないが、紫外線硬化及び熱硬化等が挙げられる。紫外線硬化の場合、塗布液は重合開始剤及び二重結合を有する化合物を含んでいてもよい。また必要に応じて、加熱エージングがされてもよい。

[0130] バリア性被覆層を大気中で形成する別の方法として、マグネシウム、カルシウム、亜鉛、アルミニウム、ケイ素、チタン、ジルコニウムなどの無機酸化物の粒子同士が、リン化合物に由来するリン原子を介して脱水縮合することで得られる反応生成物をバリア性被覆層とする方法を用いることもできる。具体的には、無機酸化物の表面に存在する官能基（例えば、水酸基）と、無機酸化物と反応可能なリン化合物の部位（例えば、リン原子に直接結合したハロゲン原子や、リン原子に直接結合した酸素原子）とが、縮合反応を起こし、結合する。反応生成物は、例えば、無機酸化物とリン化合物とを含む塗布液を蒸着層の表面に塗布し、形成した塗膜を熱処理することにより、無機酸化物の粒子同士が、リン化合物に由来するリン原子を介して結合する反応を進行させることで得られる。熱処理の温度の下限は、110℃以上であり、120℃以上であることが好ましく、140℃以上であることがより好ましく、170℃以上であることが更に好ましい。熱処理温度が低いと、十分な反応速度を得ることが難しくなり、生産性が低下する原因となる。熱処理の温度の好ましい上限は、基材の種類などによって異なるが、220℃以

下であり、190℃以下であることが好ましい。熱処理は、空气中、窒素雰囲気下、又はアルゴン雰囲気下などで実施することができる。

[0131] バリア性被覆層を大気中で形成する場合は、凝集等しない限り、上記塗布液は更に樹脂を含んでいてもよい。上記樹脂としては、具体的にはアクリル樹脂、ポリエステル樹脂等が挙げられる。上記塗布液は、これらの樹脂のうち、塗布液中の他の材料との相溶性が高い樹脂を含むことが好ましい。上記塗布液は、更に、フィラー、レベリング剤、消泡剤、紫外線吸収剤、酸化防止剤、並びに、シランカップリング剤及びチタンキレート剤等を必要に応じて含んでいてもよい。

[0132] [実施形態C-4]

以下、実施形態C-4に係る電磁波吸収体について説明する。以下で説明がない点については、不整合が生じない限り、実施形態C-3に係る電磁波吸収体と同様である。図9は、実施形態C-4に係る反射型の電磁波吸収体を模式的に示す断面図である。この図に示す電磁波吸収体240は、保護層204と、抵抗層201と、バリア接着層205と、バリア層206と、第1の接着層207aと、誘電体層202と、第2の接着層207bと、反射層203とをこの順に備える積層体である。

[0133] (接着層)

接着層207a、207bは、誘電体層202に接着性や粘着性が低い場合、バリア層206と反射層203と密着させるための層である。

[0134] 接着層207a、207bの厚さは、吸収する電磁波の周波数と密着力に応じ適宜変更されてよい。接着層207a、207bの厚さは、0.5μm以上100μm以下であることが好ましく、3μm以上25μm以下であることがより好ましい。この厚さが0.5μm以上であると十分な密着力が得られ、100μm以下であると電磁波吸収体の総厚を薄くすることができる。

[0135] 接着層207a、207bの材料としては、例えば、アクリル系接着剤や粘着剤、エポキシ系接着剤や粘着剤、シリコン系接着剤や粘着剤、ポリオ

レフィン系接着剤や粘着剤、ウレタン系接着剤や粘着剤、又はポリビニルエーテル系接着剤や粘着剤等が挙げられる。

[0136] 以上、実施形態C-1～C-4に係る電磁波吸収体について詳細に説明したが、本発明は上記実施形態に限定されるものではない。例えば、電磁波吸収体220、230、240において、保護層204と、抵抗層201との間に、下地層を設けてよい。これにより、電磁波吸収体は、保護層及び抵抗層の密着性が向上し、また、保護層の塗工性が向上する傾向にある。また、電磁波吸収体220、230、240において、保護層204の抵抗層201と接する表面とは反対側の表面にオーバーコート層が設けられていてもよい。これにより、マイグレーションが抑制される傾向にあり、また、保護層204を保護できる。

[0137] <電磁波吸収体の製造方法>

[実施形態C-1]

以下、実施形態C-1に係る電磁波吸収体210の製造方法について説明する。本実施形態に係る製造方法は、溶融した状態の熱可塑性樹脂を含む組成物を押出すことで誘電体層202を形成する工程（押出し工程）を備え、 $\sigma 1$ 及び $\mu 1$ が式1を満たす。

[0138] 抵抗層201の製膜方法は、抵抗層201を構成する材質によって適宜選択されることが好ましい。例えば、材質が有機材料であれば、ウェットコーティング法が好ましく、材質が無機材料であればドライコーティング法が好ましい。ウェットコーティング法としては、例えば、ダイコーター、マイクログラビアコーター、キスリバースコーター及びリップコーターが挙げられる。ドライコーティング法としては、例えば、抵抗加熱蒸着、イオンビーム（EB）法及びスパッタリング法が挙げられる。抵抗層201は、誘電体層202の表面状に直接形成してよい。また、電磁波吸収体が保護層を備える場合には、保護層を構成する高分子フィルム上に製膜してもよい。

[0139] 誘電体層202を形成する方法としては、例えば、押出成形法及びカレンダー成型が挙げられる。押出成形法では、熱可塑性樹脂を含む組成物を加熱

機構付のスクリーンで溶融する。溶融した組成物は、正規分布、二項分布、ポアソン分布など所定の分布をもった形状のダイ（金型）を通して押し出す。これにより誘電体層 202 が形成される。カレンダー成型では、2つの所定の表面分布を持った加熱ローラーの間にギャップを設ける。次いで、溶融した熱可塑性樹脂を含む組成物をローラー間に導入し、加熱ローラーの回転によって圧延することで誘電体層 202 を形成する。こうして形成される誘電体層 202 は、 $\sigma 1$ 及び $\mu 1$ が式 1 を満たすものとなる。前述した溶融した状態の熱可塑性樹脂を含む組成物に対して更にエンボスロールを用いて賦形し誘電体層 202 を、 $\sigma 1$ 及び $\mu 1$ が式 1 を満たすものとしてもよい。

[0140] 熱可塑性樹脂としては、誘電体層 202 を構成する有機材料として例示した樹脂のうち、熱可塑性樹脂であるものを用いてよい。

[0141] 電磁波吸収体 210 は、抵抗層 201 と、反射層 203 とを、誘電体層 202 により貼り合わせることで製造されてもよく、抵抗層 201 及び誘電体層 202 を備える積層体と、反射層 203 とを、積層体の誘電体層 202 及び反射層 203 が対向するように貼り合わせることで製造されてもよい。

[0142] [実施形態 C-2]

以下、実施形態 C-2 に係る電磁波吸収体 220 の製造方法について説明する。以下で説明がない点については、不整合が生じない限り、実施形態 C-1 に係る電磁波吸収体 210 の製造方法と同様である。本実施形態に係る製造方法は、ウェットコーティングにより誘電体層 2 を形成する工程を備え、 $\sigma 1$ 及び $\mu 1$ が式 1 を満たす。

[0143] 誘電体層 202 は、ウェットコーティングにより形成される。ウェットコーティングは、誘電体層 202 を構成する材料が分散又は溶解した分散液を基材上に塗工して塗膜を形成し、塗膜を乾燥させることで行われてよい。ウェットコーティングの方法としては、グラビアコーティング、ロールコーティング、ダイコーティング、コンマコーティング及びナイフコーティングなどが挙げられ、分散液の塗工及び塗膜の乾燥という操作が 1 回であっても十分な厚さの誘電体層が形成できる傾向にあることから、コンマコーティング

、ナイフコーティング及びロールコーティングであることが好ましい。

[0144] ウェットコーティングにおいて、分散液の塗工及び塗膜の乾燥という操作は、1回のみ行ってもよく、複数回行ってもよい。

[0145] ウェットコーティングにおいて、下記の方法1～4のいずれかにより、誘電体層の厚さに分布が付与されうる。

[0146] 方法1：誘電体層202を形成する分散液における固形分の配合割合と、塗膜の乾燥の時間を調整する。

方法2：表面上に凹凸を有する基材を準備する。誘電体層202を形成する分散液を基材上に塗工して塗膜を形成し、塗膜を乾燥する。

方法3：表面上に凹凸を有しない基材を準備する。誘電体層202を形成する分散液を基材上に塗工して塗膜を形成する。表面に凹凸を有するエンボスロールを塗膜に押し当てることで塗膜に凹凸を付与する。凹凸が付与された塗膜を乾燥する。

方法4：コーティングギャップに分布を有する塗工機を準備する。当該塗工機を用いて誘電体層202を形成する分散液を塗布して塗膜を形成し、塗膜を乾燥する。コーティングギャップは、誘電体層に厚さを付与するための隙間である。本方法によれば、塗工の流れ方向に対して垂直な方向において、凹と凸とが交互に並ぶストライプ状のパターンを有する誘電体層202が形成されうる。

[0147] 上記方法1においては、固形分の配合割合が大きい場合には、乾燥時間は長くなる傾向があり、固形分の配合割合が小さい場合には、乾燥時間が短くなる傾向がある。塗膜の乾燥時間が長いと、塗膜の形成時に付与された凹凸が平滑になり、 $\sigma 1$ は小さくなる傾向がある。塗膜の乾燥時間が短いと、 $\sigma 1$ は大きくなる傾向がある。また、塗膜を短い時間で乾燥すると、誘電体層202には、分散液の突沸による凹凸や、ベナードセル（微細な凹凸）やうねりが生じ得る。

[0148] [実施形態C-3]

以下、実施形態C-3に係る電磁波吸収体230の製造方法について説明

する。以下で説明がない点については、不整合が生じない限り、実施形態C-2に係る電磁波吸収体210、220の製造方法と同様である。

[0149] 本実施形態に係る電磁波吸収体230の製造方法は、保護層204上に設けられた抵抗層201と、バリア層206とをバリア接着層205を介して貼合して第1の積層体を得る工程を備える。バリア接着層205と抵抗層201とはラミネーターで貼合されてよい。バリア接着層205の表面には、シリコンやフッ素樹脂で形成された離形フィルムが抵抗層201との貼合前に一時的に設けられていてもよい。離形フィルムはドライラミネート法により設けられてよい。バリア接着層205は、バリア層206の表面にグラビアコーティング、ロールコーティング、ダイコーティング、コンマコーティング及びナイフコーティングなどのウェットコーティング法でバリア接着層205の材料を塗工して塗膜を形成し、塗膜を乾燥することで形成されてよい。

[0150] 本実施形態に係る電磁波吸収体230の製造方法は、誘電体層202及び反射層203を備える第2の積層体と、第1の積層体とを、誘電体層202とバリア層206とが対向するようにドライラミネート法で貼合する工程を更に備える。誘電体層202とバリア層206とは、誘電体層202が有する接着性により貼合される。

[0151] [実施形態C-4]

以下、実施形態C-4に係る電磁波吸収体240の製造方法について説明する。以下で説明がない点については、不整合が生じない限り、実施形態C-3に係る電磁波吸収体210、220、230の製造方法と同様である。本実施形態に係る製造方法は、溶融した状態の熱可塑性樹脂を含む組成物を押出すことで誘電体層202を形成する工程（押出し工程）を備え、 $\sigma 1$ 及び $\mu 1$ が式1を満たす。

[0152] 本実施形態に係る製造方法は、反射層203の表面上に第2の接着層207bを形成する工程を備える。第2の接着層207bを形成する方法は、例えば、ウェットコーティング法で反射層203の表面上に第2の接着層20

7 b の材料を塗工して塗膜を形成して塗膜の乾燥を行う方法であってよい。ウェットコーティング法としては、グラビアコーティング、ロールコーティング、ダイコーティング、コンマコーティング及びナイフコーティングが挙げられる。第2の接着層207 b と、誘電体層202 とは、ドライラミネート法で貼合される。

[0153] 次に、実施形態C-3と同様の方法で作製した第1の積層体のバリア層206の表面に第1の接着層207 a を形成する。第1の接着層207 a の形成方法としては、例えば、グラビアコーティング、ロールコーティング、ダイコーティング、コンマコーティング及びナイフコーティングなどのウェットコーティング法で第1の接着層207 a の材料を塗工して塗膜を形成して塗膜の乾燥を行う方法が挙げられる。誘電体層202 と第1の接着層207 a とは、ドライラミネート法で貼合される。

[0154] <通信安定空間>

本実施形態に係る通信安定空間は、物品として電磁波吸収体210、220、230、240を備える。電磁波吸収体210、220、230、240は、様々な物品に適用可能である。物品の具体例として、建装材（例えば、鏡面化粧板、フロアシート及び化粧フィルム）や産業資材（例えば、路面部材、ガードレール、道路標識及び防音壁）が挙げられる。電磁波吸収体210、220、230、240を建装材に適用することで、例えば、オフィスビルや集合住宅で、5G、6Gなどの電磁波を用いた高速無線通信を使用する場合であっても、5G、6G本来の通信速度を維持できる。例えば、電磁波吸収体210、220、230、240を産業資材に適用することで、電磁波の散乱やノイズを抑制することができ、自動運転の安全性向上に寄与できる。

[0155] <実施例>

以下、実施例及び比較例に基づいて説明する。なお、本実施形態は以下の実施例に限定されるものではない。

[0156] <電磁波吸収体の製造>

実施例に係る電磁波吸収体を作製するために以下の材料を準備した。

[0157] [保護層]

- ・PETフィルム（厚さ：50 μ m、東レ株式会社製、商品名「ルミラーS10」）

[抵抗層]

- ・ポリエチレンジオキシチオフェン（PEDOT）とポリスチレンスルホン酸（PSS）との混合物（PEDOT/PSS）（ナガセケムテックス株式会社製、商品名「PT-436」）

[バリア接着層]

- ・シリコーン粘着剤（信越化学工業社製の商品名「KR-3700」と、同社製の商品名「CAT-PL-50T」と、トルエンとの混合物（配合比は、KR-3700：CAT-PL-50T：トルエン＝40：0.2：60、固形分は、20質量%））

[バリア層]

- ・バリアフィルム（商品名「GL-RD」、凸版印刷社製）

[誘電体層]

- ・アクリル粘着剤（サイデン化学株式会社製の商品名「OC-3405」と同社製の商品名「K-341」との混合物）
- ・ウレタン樹脂（商品名「C60A」、BASF社製）
- ・チタン酸バリウムのナノ粒子（堺化学工業株式会社製、平均一次粒径：100nm）

[接着層]

- ・エポキシウレタン接着剤（東洋インキ社製の商品名「AD-393」と同社製の商品名「CAT-EP5」との混合物）

[反射層]

- ・AI蒸着PETフィルム（蒸着層の厚さ：30nm、全体の厚さ：12 μ m）

[0158] （実施例Ca1）

PETフィルム（保護層）の表面に、PEDOTとPSSとの混合物（固形分1.3質量%）をバーコーター（番線の番号：「No. 30」）で塗工して塗膜を形成した。120℃に設定したオーブンで塗膜を1分間乾燥して抵抗層（厚さ：500nm）を形成し、第1の積層体を得た。

[0159] 他方、バリアフィルム（バリア層）の表面にシリコン粘着剤をバーコーター（番線の番号：「No. 34」）を用いて塗工して塗膜を形成した。130℃に設定したオーブンで塗膜を1分間乾燥することでバリア接着層（厚さ：10μm）を形成して第2の積層体を得た。

[0160] 第1の積層体と、第2の積層体とを、抵抗層とバリア接着層とが対向するようにラミネーター（ラミネート温度：40℃、圧力：0.4MPa、速度：1m/分）で第3の積層体を得た。

[0161] 次に、誘電体層を以下の方法で得た。すなわち、チタン酸バリウムのナノ粒子、OC-3405、K-341及びトルエン溶媒を混合（質量基準の混合比率は、チタン酸バリウムのナノ粒子：OC-3405：K-341：トルエン溶媒＝57：28：1：15）して攪拌することで固形分74質量%のアクリル粘着剤を得た。

[0162] このように作製したアクリル粘着剤と、セパレートフィルム（商品名「TN-100」、東洋紡製）と、シムテープ（厚さ：300μm）と、アプリケーション（200μmギャップ）とを用いて以下のように塗工を行った。アプリケーションの基準面とナイフ部のギャップの標準偏差は、5.2μmであった。ギャップの標準偏差は、3D形状測定機（キーエンス製、商品名「VR-6000」）により測定した。

[0163] セパレートフィルム離形面とアプリケーションの基準面との間にシムテープを設置した。こうしてアプリケーション塗工時のセパレートフィルム離形面と、アプリケーションのナイフ部との間隔は常に平均500μmとなるようにした。アクリル粘着溶液をセパレートフィルム離形面とアプリケーションのナイフ部との間に滴下し、アプリケーション基準面をシムテープに接触させながらアプリケーションを走査するよう塗工して塗膜を形成した。塗膜は、50℃に

設定したオーブンで2分間乾燥し、80℃に設定したオーブンで2分間乾燥し、120℃に設定したオーブンで2分間乾燥した。これにより、セパレートフィルムの表面にアクリル粘着剤が製膜された第4の積層体を得た。第4の積層体を2つ準備し、第4の積層体のアクリル粘着剤が製膜された面同士をラミネート装置（ラミネート温度：60℃、圧力：0.4MPa、速度：1m/分）で貼合して2つの主面上にセパレートフィルムが設けられた誘電体層を得た。

[0164] こうして得られた誘電体層の一方の主面上のセパレートフィルムを剥離した。当該主面上に、AI蒸着PETフィルムをラミネート装置（ラミネート温度：40℃、圧力：0.4MPa、速度：1m/分）で貼合することで第5の積層体を得た。第5の積層体と、第3の積層体とを、誘電体層とバリア層とが対向するようにラミネート装置（ラミネート温度：40℃、圧力：0.4MPa、速度：1m/分）で貼合わせることで第6の積層体を得た。第6の積層体を50℃のエージングルームで3日間エージングし、図8に示す電磁波吸収体と同様の層構成の電磁波吸収体を得た。

[0165] （実施例Ca2）

実施例Ca1と同様にして第3の積層体を得た。次に、誘電体層を以下の方法で得た。すなわち、チタン酸バリウムのナノ粒子と、ウレタン樹脂のペレットとを混合（質量基準の混合比率は、チタン酸バリウムのナノ粒子：ウレタン樹脂＝70：30）して攪拌することで混合物を得た。混合物を押出機に投入して100℃で熔融と混練とを行い棒状に押し出した。棒状の混合物を冷却した後、ペレット状に切断し、マスターバッチを作製した。

[0166] マスターバッチをカレンダー成型機（カレンダーロール温度：140℃、ロール間ギャップ：390μm、ロール間のギャップの標準偏差：2.4μm）で圧延して成型シートを得た。成型シート上に、同様の方法で圧延した成型シートを積層し、誘電体層を得た。ロール間のギャップの標準偏差は、3D形状測定機（キーエンス製、商品名「LK-G5000」）と同社製の「LK-H008ヘッド」（商品名）を用いて測定した。

[0167] 次に、AD-393、CAT-EP5及びIPA溶媒を混合（質量基準の混合比率は、AD-393：CAT-EP5：IPA溶媒＝44：3：53）して攪拌することで固形分25質量%のエポキシウレタン接着剤を得た。エポキシウレタン接着剤を、Al蒸着PETフィルムのPET表面に滴下し、バーコーター（番線の番号：「No. 34」）を用いて塗工して塗膜を形成した。130℃に設定したオーブンで1分間塗膜を乾燥し第2の接着層（厚さ：8 μ m）を形成した。第2の接着層の表面に誘電体層をラミネーターで貼合し（ラミネート温度：40℃、圧力：0.4 MPa、速度：1 m/分）、第7の積層体を得た。

[0168] 同様に、エポキシウレタン接着剤を、第3の積層体のバリアフィルム表面に滴下し、バーコーター（番線の番号：「No. 70」）を用いて塗工して塗膜を形成した。130℃に設定したオーブンで1分間塗膜を乾燥し第1の接着層（厚さ：8 μ m）を形成し、第8の積層体を得た。第7の積層体と、第8の積層体とを、第1の接着層と誘電体層とが対向するようにラミネーターで貼合し（ラミネート温度：40℃、圧力：0.4 MPa、速度：1 m/分）第9の積層体を得た。第9の積層体を50℃のエージングルームで3日間エージングし、図9に示す電磁波吸収体と同様の層構成の電磁波吸収体を得た。

[0169] （実施例Ca3）

ロール間ギャップ290 μ mに設定したカレンダー成型機で圧延し成型シートを得たこと以外は、実施例Ca2と同様にして電磁波吸収体を得た。

[0170] ＜誘電体層の厚さの平均値 μ 1と、標準偏差 σ 1の測定＞

（実施例Ca1～Ca3）

誘電体層から試験片（サイズ：10 cm×10 cm角）を切り出した。試験片の縦方向及び横方向に2 cm間隔で格子状にしたときの交点25点について厚さを測定した。試験片の周縁から1 cm未満の領域に交点が含まれないようにした。厚さの測定には、定圧厚さ測定器（株式会社テクロック製）を用いた。25点の厚さの測定値から、その平均値と標準偏差とを算出し、

それぞれ $\mu 1$ と $\sigma 1$ とした。結果を表C 2に示した。

[0171] <抵抗層のシート抵抗値の測定>

(実施例C a 1～C a 3)

低抵抗率計（三菱ケミカルアナリティック株式会社製）を用いて、抵抗層のシート抵抗値を測定した。印加電圧は1 0 0 0 Vで測定した。実施例C a 1～C a 3において、抵抗層のシート抵抗値の平均値は、3 8 8 . 4 Ω / □であり、標準偏差は1 0 . 6 5であり、平均値を標準偏差で除した値は、2 . 7 4であった。

[0172] <各層の厚さの測定>

(実施例C a 1～C a 3)

各層（保護層、バリア接着層、バリア層、第1の接着層及び第2の接着層）の厚さは、シックネスゲージ（株式会社ミットヨ製）を用いてJ I S B 7 5 0 3 : 2 0 1 1に準拠し、測定した。各層の厚さの平均値、厚さの標準偏差、平均値を標準偏差で除した値をそれぞれ表C 1に示した。実施例C a 1～C a 3で得られた電磁波吸収体の保護層の上記値は同値となった。また、他の層についても同様であった。

[0173] <各層の複素誘電率の測定>

(実施例C a 1～C a 3)

各層（保護層、バリア接着層、バリア層、第1の接着層、誘電体層及び第2の接着層）の複素誘電率は、T D R測定器（8 6 1 0 0 B, 5 4 7 5 4 A アジレント・テクノロジー社製）により周波数1 G H zで測定した。保護層、バリア接着層、バリア層、第1の接着層及び第2の接着層の複素誘電率を表C 1に示した。誘電体層の複素誘電率を表C 2に示した。実施例C a 1～C a 3で得られた電磁波吸収体の保護層の複素誘電率は、同値となった。バリア接着層、バリア層、第1の接着層及び第2の接着層の複素誘電率も同様であった。

[0174] <反射減衰特性の測定>

(実施例C a 1～C a 3)

各実施例で得られた電磁波吸収体について反射減衰量を以下の装置を使用して測定した。

・ベクトルネットワークアナライザ（Keysight PNA N5222B 10MHz～26.5GHz、Virginia Diodes Inc、WR12 55～95GHz）

・高周波ネットワークアナライザ（アジレント・テクノロジー製、E8362C）

送信アンテナからミリ波を電磁波吸収体に照射し、電磁波吸収体を反射して受信アンテナに入射するミリ波の強度を測定して減衰量（dB）を求めた。測定対象とした周波数の範囲における反射減衰量の最大値と、この最大値となったときの周波数と、反射減衰量が15 dB以上となる帯域幅と、反射減衰量が20 dB以上となる帯域幅と、半値幅とを表C2に示した。半値幅とは、反射減衰量が最大反射減衰量の半分になるときの帯域幅と定義される。実施例Ca1は、50～66 GHz、実施例Ca2は、22～33 GHz、実施例Ca3は、60～90 GHzの周波数をそれぞれ測定対象とした。実施例Ca1～Ca3の結果をそれぞれ図10（a）～（c）に示した。

[0175] <反射減衰特性のシミュレーション>

（実施例Cb1～Cb10及び比較例Cb1～Cb4）

誘電体層の厚さの分布が反射減衰特性に与える影響をシミュレーションで評価した。シミュレーションソフトは内製のものを使用した。シミュレーションでは、層構成を電磁波の入射側から順に、保護層（誘電体）、抵抗層及び誘電体層（誘電体）とした。シミュレーションのための設定値は、下記のとおりとした。比較例Cb1、実施例Cb1、Cb2の結果をそれぞれ図11（a）～（c）に、実施例Cb3～Cb5の結果をそれぞれ図12（a）～（c）に、実施例Cb6、Cb7、比較例Cb2の結果をそれぞれ図13（a）～（c）に、比較例Cb3、実施例Cb8の結果をそれぞれ図14（a）、（b）に、実施例Cb9、Cb10、比較例Cb4の結果をそれぞれ図15（a）～（c）に示した。

(設定値)

保護層の厚さの平均値：50 μm

保護層の厚さの標準偏差：0

保護層の厚さについて、標準偏差を平均値で除した値：0

保護層の複素誘電率：実部が2.95、虚部が0

抵抗層のシート抵抗値の平均値：表C2に示す値。

抵抗層のシート抵抗値の標準偏差：0

抵抗層のシート抵抗値について、標準偏差を平均値で除した値：0

誘電体層の複素誘電率、厚さの平均値、厚さの標準偏差、厚さについて標準偏差を平均値で除した値：表C2に示す値。

[0176] (実施例Cb11)

層構成を電磁波の入射側から順に、保護層（誘電体）、抵抗層、バリア接着層、バリア層、誘電体層（誘電体）、反射層（短絡）とし、設定値を下記のとおり変更したこと以外は、実施例Cb1と同様にしてシミュレーションをした。結果を図16(a)に示した。

(設定値)

保護層、バリア接着層、バリア層及び反射層の厚さの平均値、標準偏差及び標準偏差を平均値で除した値：表C1に示す値。

抵抗層のシート抵抗値の平均値、標準偏差、標準偏差を平均値で除した値：実施例Ca1～Ca3の実測値

誘電体層の複素誘電率、厚さの平均値、厚さの標準偏差、厚さについて標準偏差を平均値で除した値：表C2に示す値。

[0177] (実施例Cb12及びCb13)

層構成を電磁波の入射側から順に、保護層（誘電体）、抵抗層、バリア接着層、バリア層、第1の接着層、誘電体層（誘電体）、第2の接着層、反射層（短絡）としたこと以外は、実施例Cb11と同様にしてシミュレーションをした。第1及び第2の接着層の厚さの平均値、標準偏差及び標準偏差を平均値で除した値の設定値は、表C1に示す値とした。実施例Cb12及び

C b 1 3の結果をそれぞれ図 1 6 (b) 及び (c) に示した。

[0178] [表C1]

	層の厚さ			複素誘電率
	平均値 μ (μm)	標準偏差 σ (μm)	σ/μ	
保護層	49.8	0.3	0.006	2.95-0j
バリア接着層	10	1	0.1	3.1-0j
バリア層	12	0.3	0.025	2.95-0j
第1の接着層	8	3	0.375	2.95-0j
第2の接着層	8	3	0.375	2.95-0j
反射層	12	0.3	0.025	2.95-0j

[0179] [表C2]

	電磁波吸収体の構成						反射減衰特性				
	抵抗層	誘電体層				最大反射 減衰量の 周波数 (GHz)	帯域幅 (GHz)			最大反射 減衰量 (dB)	
		シート抵抗	複素 誘電率	厚さ			反射減衰量 ≥15dB	反射減衰量≥ 20dB	半値幅		
				平均値 μ 1 (μm)	標準偏差 σ 1 (μm)						σ 1 / μ 1
平均値 ($\Omega/\square$)											
比較例Cb1	372	3.1-0j	650	0	0	62.3	16.2	9.1	4.2	53.2	
実施例Cb1	372	3.1-0j	651	3.3	0.005	62.3	16.2	9.1	6.4	46	
実施例Cb2	372	3.1-0j	650	9.8	0.015	62.6	16.3	9.2	10.1	38.4	
実施例Cb3	372	3.1-0j	647	19.4	0.03	62.9	16.7	9.9	14.3	32.9	
実施例Cb4	372	3.1-0j	645	35.5	0.055	62.5	17.8	11.1	19.1	28.5	
実施例Cb5	372	3.1-0j	655	52.4	0.08	61.9	19.2	11.1	24.9	24.6	
実施例Cb6	372	3.1-0j	650	65	0.1	63.1	19.8	10.6	27.4	23.3	
実施例Cb7	372	3.1-0j	650	80	0.123	63.5	20.5	8.9	30.1	21.7	
比較例Cb2	372	3.1-0j	650	100	0.154	61.9	20.2	—	35.3	19.5	
比較例Cb3	450	10.8-0.74j	360	0	0	61.8	8.6	4.8	1.8	57.2	
実施例Cb8	450	10.8-0.74j	360	5.4	0.015	61.8	8.9	5.2	7.1	34	
実施例Cb9	450	10.8-0.74j	365	11	0.03	60.7	9.5	6	10.7	27.7	
実施例Cb10	450	10.8-0.74j	363	20	0.055	61.5	10.7	5.9	15.1	22.8	
比較例Cb4	450	10.8-0.74j	363	58.1	0.160	60.0	—	—	30.4	14.74	
実施例Ca1	388.4	9.3-1.45j	388.4	8.1	0.021	59.1	7.7	4.2	4.9	32.7	
実施例Cb11	388.4	9.3-1.45j	388.4	8.1	0.021	58.8	9.4	5.7	9.2	30.3	
実施例Ca2	388.4	12.7-1.19j	702	8.3	0.012	30.4	4	2.2	2.4	38.2	
実施例Cb12	388.4	12.7-1.19j	702	8.3	0.012	29.4	3.8	2.2	3.6	30.8	
実施例Ca3	388.4	10-1.45j	286	2.8	0.01	75.5	11.3	6.4	5.5	42.7	
実施例Cb13	388.4	10-1.45j	286	2.8	0.01	75.6	11.3	6.4	8.4	35.2	

[0180] 実施例C a 1 及びC b 1 ～C b 1 1 の電磁波吸収体は、5 0 ～6 6 G H z の周波数における半値幅が4 . 5 G H z 以上であるから、6 0 G H z 用の電磁波吸収体として好適に用いることができる。実施例C a 2 及びC b 1 2 の電磁波吸収体は、2 2 ～3 3 G H z の周波数における半値幅が1 G H z 以上

であるから、28GHz用の電磁波吸収体として好適に用いることができる。実施例Ca3及びCb13の電磁波吸収体は、60～90GHzの周波数における半値幅が1.5GHz以上であるから、79GHz用の電磁波吸収体として好適に用いることができる。

[0181] 誘電体層の厚さが同様の実施例Cb1～Cb7の電磁波吸収体と、比較例Cb1、Cb2の電磁波吸収体とを比較すると、 $0.005 \leq \sigma_1 / \mu_1 \leq 0.15$ である実施例Cb1～Cb7の電磁波吸収体は、半値幅が大きく、又は、最大反射減衰量が大きいことがわかる。

[0182] 誘電体層の厚さが同様の実施例Cb8～Cb10の電磁波吸収体と、比較例Cb3、Cb4の電磁波吸収体とを比較すると、 $0.005 \leq \sigma_1 / \mu_1 \leq 0.15$ である実施例Cb8～Cb10の電磁波吸収体は、半値幅が大きく、又は、最大反射減衰量が大きいことがわかる。

[0183] 以上、本発明の実施の形態について説明したが、本発明は、上述した実施の形態に限定されるものではなく、本発明の要旨を逸脱しない範囲において種々の変更や実施形態の間の組み合わせが可能である。

[0184] 本発明の内容となり得る項目を以下に述べる、ただしこれに限られるものではない。

(項目1)

抵抗層、誘電体層、反射層を順に備える積層体であり、
前記誘電体層の濃度分布、硬さ、または厚さの標準偏差が規定される、電磁波吸収体。

(項目2)

前記誘電体層が膜厚方向に濃度分布を持つ、項目1に記載の電磁波吸収体。

(項目3)

前記誘電体が、1種類以上の樹脂成分と1種類以上の無機材料を含み、
前記誘電体層の断面におけるEDX分析において、前記無機材料由来の金属元素濃度が、前記誘電体層の断面上部と中間部、または中間部と下部を比

較した際に、10%以上異なることを特徴とする、項目2に記載の電磁波吸収体。

(項目4)

前記誘電体層における前記金属元素濃度が、前記誘電体層の断面上部と断面中間部、断面下部における値を比較した際に、大小関係が断面上部>断面中間部>断面下部となる、項目3に記載の電磁波吸収体。

(項目5)

前記樹脂成分に対する前記無機材料の割合が体積比で10~90%である、項目3または4に記載の電磁波吸収体。

(項目6)

前記無機材料の引火点が500℃以上もしくは不燃性である、項目3~5のいずれか一つに記載の電磁波吸収体。

(項目7)

前記無機材料が金属化合物であり、前記金属化合物が酸化チタン及びチタン酸バリウムの少なくとも一方である、項目3~6のいずれか一つに記載の電磁波吸収体。

(項目8)

前記誘電体層のマルテンス硬さが2.5 N/mm²以上4.5 N/mm²以下である、項目1~7のいずれか一つに記載の電磁波吸収体。

(項目9)

前記誘電体層が、1種類以上の樹脂成分と1種類以上の無機材料からなる無機フィラーを含み、

前記無機フィラーの配合割合が体積比で10~80%である項目8に記載の電磁波吸収体。

(項目10)

前記無機材料が金属化合物であり、前記金属化合物が酸化チタン及びチタン酸バリウムの少なくとも一方である、項目9に記載の電磁波吸収体。

(項目11)

床に前記電磁波吸収体を設置し、637 Nの荷重がかかった際に、最大反射減衰量となる周波数の変化率が20%以下である、項目8～10のいずれか一つに記載の電磁波吸収体。

(項目12)

温度85℃および相対湿度85%RHの環境に1000時間にわたって晒した後のマルテンス硬さが2.5 N/mm²以上4.5 N/mm²以下である、項目8～11のいずれか一つに記載の電磁波吸収体。

(項目13)

前記誘電体層の厚さの標準偏差を $\sigma 1$ とし、前記誘電体層の厚さの平均値を $\mu 1$ としたとき、前記 $\sigma 1$ 及び前記 $\mu 1$ が式1を満たす、項目1～12に記載の電磁波吸収体。

$$0.005 \leq \sigma 1 / \mu 1 \leq 0.15 \cdots (\text{式} 1)$$

(項目14)

前記誘電体層の複素誘電率の実部が、4以上である、項目13に記載の電磁波吸収体。

(項目15)

前記 $\mu 1$ が、1.6 mm以下である、項目13または14に記載の電磁波吸収体。

(項目16)

抵抗層と、誘電体層と、反射層を順に備える積層体の製造方法であって、溶融した状態の熱可塑性樹脂を含む組成物を押出すことで、またはウェットコーティングにより前記誘電体層を形成する工程を備え、

前記誘電体層の厚さの標準偏差を $\sigma 1$ とし、前記誘電体層の厚さの平均値を $\mu 1$ としたとき、前記 $\sigma 1$ 及び前記 $\mu 1$ が式1を満たす、電磁波吸収体の製造方法。

$$0.005 \leq \sigma 1 / \mu 1 \leq 0.15 \cdots (\text{式} 1)$$

(項目17)

項目13～15のいずれか一つに記載の電磁波吸収体を備える、通信安定

空間。

符号の説明

[0185] 1、101、201…抵抗層、2、102、202…誘電体層

3、103、203…反射層

4…無機材料含有ペレット、5…樹脂ペレット

10、110、210、220、230、240…電磁波吸収体

11…断面上部、12…断面中間部、13…断面下部、120…床

204…保護層、205…バリア接着層、206…バリア層

207 a…第1の接着層、207 b…第2の接着層

請求の範囲

- [請求項1] 抵抗層、誘電体層、反射層を順に備える積層体であり、
前記誘電体層の濃度分布、硬さ、または厚さの標準偏差が規定される、電磁波吸収体。
- [請求項2] 前記誘電体層が膜厚方向に濃度分布を持つ、請求項1に記載の電磁波吸収体。
- [請求項3] 前記誘電体層が、1種類以上の樹脂成分と1種類以上の無機材料を含み、
前記誘電体層の断面におけるEDX分析において、前記無機材料由来の金属元素濃度が、前記誘電体層の断面上部と中間部、または中間部と下部を比較した際に、10%以上異なることを特徴とする、請求項2に記載の電磁波吸収体。
- [請求項4] 前記誘電体層における前記金属元素濃度が、前記誘電体層の断面上部と断面中間部、断面下部における値を比較した際に、大小関係が断面上部>断面中間部>断面下部となる、請求項3に記載の電磁波吸収体。
- [請求項5] 前記無機材料の配合割合が体積比で10～90%である、請求項3または4に記載の電磁波吸収体。
- [請求項6] 前記無機材料の引火点が500℃以上もしくは不燃性である、請求項3または4の電磁波吸収体。
- [請求項7] 前記誘電体層のマルテンス硬さが2.5N/mm²以上4.5N/mm²以下である、請求項1に記載の電磁波吸収体。
- [請求項8] 前記誘電体層が、1種類以上の樹脂成分と1種類以上の無機材料からなる無機フィラーを含み、
前記無機フィラーの配合割合が体積比で10～80%である請求項7に記載の電磁波吸収体。
- [請求項9] 前記無機材料が金属化合物であり、前記金属化合物が酸化チタン及びチタン酸バリウムの少なくとも一方である、請求項3または8に記載

載の電磁波吸収体。

[請求項10] 床に前記電磁波吸収体を設置し、637 Nの荷重がかかった際に、最大反射減衰量となる周波数の変化率が20%以下である、請求項7または8に記載の電磁波吸収体。

[請求項11] 温度85℃および相対湿度85%RHの環境に1000時間にわたって晒した後のマルテンス硬さが2.5 N/mm²以上4.5 N/mm²以下である、請求項7または8に記載の電磁波吸収体。

[請求項12] 前記誘電体層の厚さの標準偏差を $\sigma 1$ とし、前記誘電体層の厚さの平均値を $\mu 1$ としたとき、前記 $\sigma 1$ 及び前記 $\mu 1$ が式1を満たす、請求項1に記載の電磁波吸収体。

$$0.005 \leq \sigma 1 / \mu 1 \leq 0.15 \cdots (\text{式} 1)$$

[請求項13] 前記誘電体層の複素誘電率の実部が、4以上である、請求項12に記載の電磁波吸収体。

[請求項14] 前記 $\mu 1$ が、1.6 mm以下である、請求項12または13の電磁波吸収体。

[請求項15] 抵抗層と、誘電体層と、反射層を順に備える積層体の製造方法であって、

溶融した状態の熱可塑性樹脂を含む組成物を押出すことで、またはウェットコーティングにより前記誘電体層を形成する工程を備え、

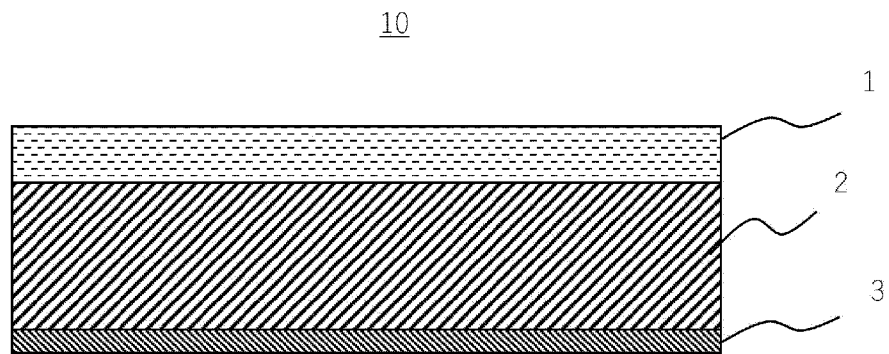
前記誘電体層の厚さの標準偏差を $\sigma 1$ とし、前記誘電体層の厚さの平均値を $\mu 1$ としたとき、前記 $\sigma 1$ 及び前記 $\mu 1$ が式1を満たす、電磁波吸収体の製造方法。

$$0.005 \leq \sigma 1 / \mu 1 \leq 0.15 \cdots (\text{式} 1)$$

[請求項16] 請求項12または13に記載の電磁波吸収体を備える、通信安定空間。

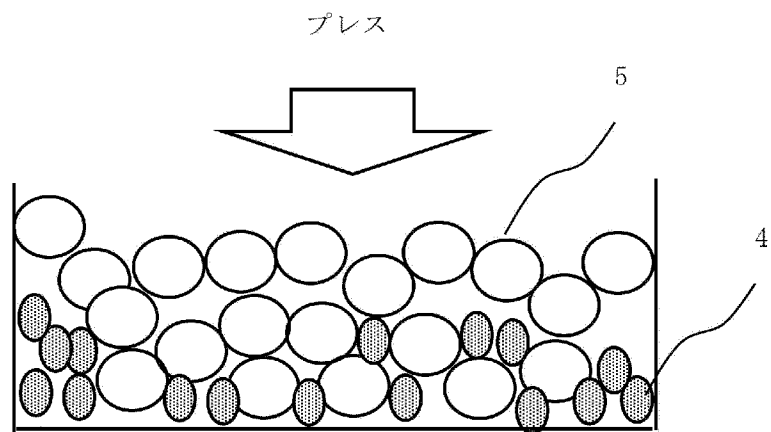
[図1]

図 1



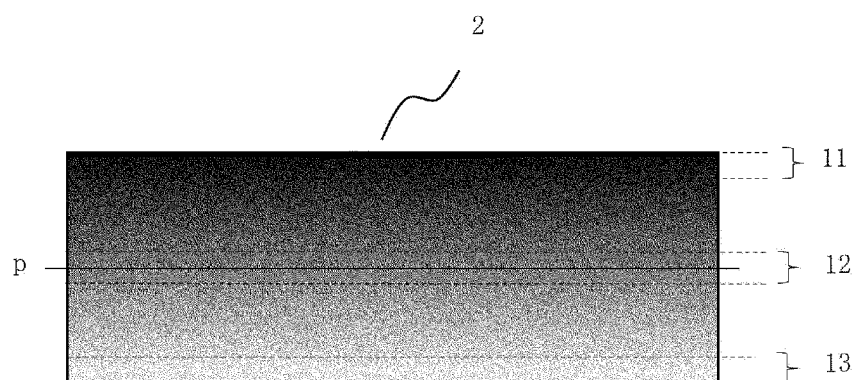
[図2]

図 2



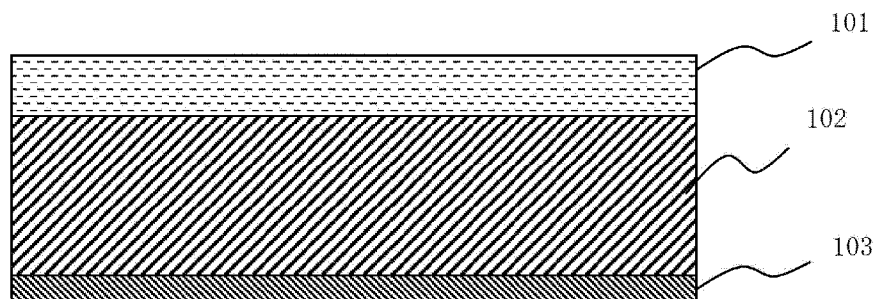
[図3]

図 3



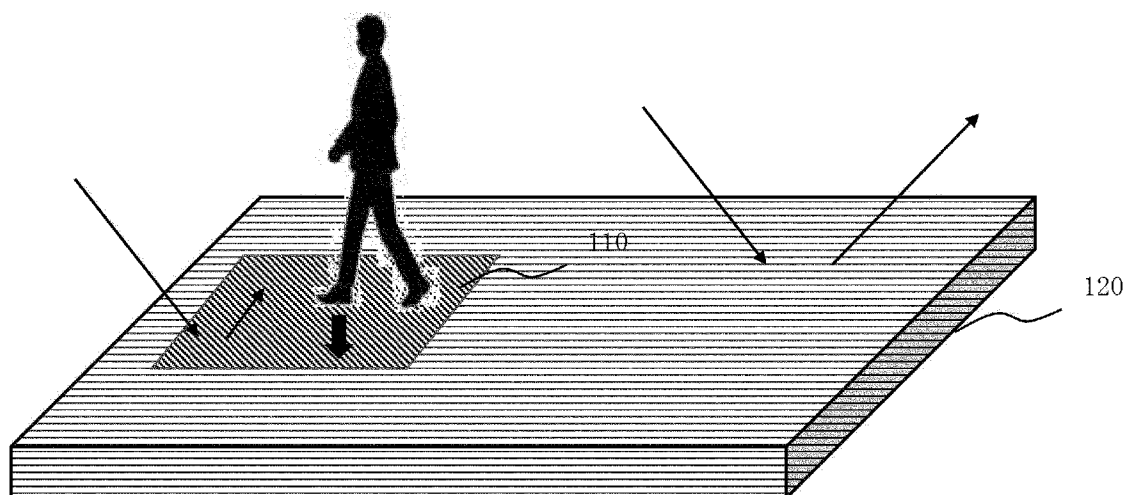
[図4]

図 4

110

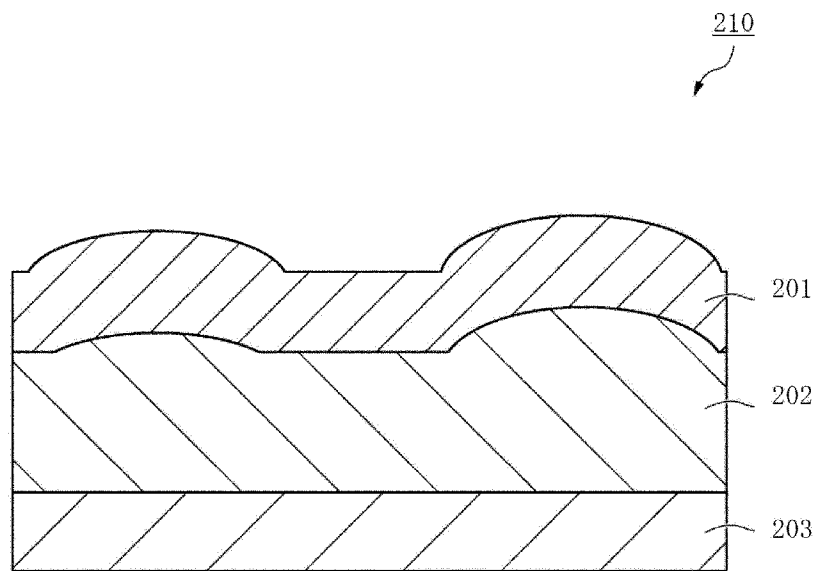
[図5]

図 5



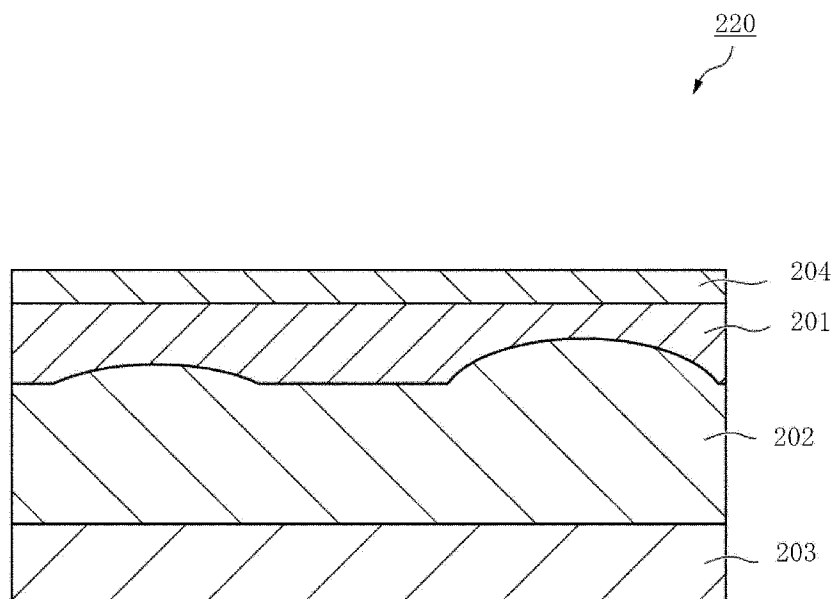
[図6]

図 6



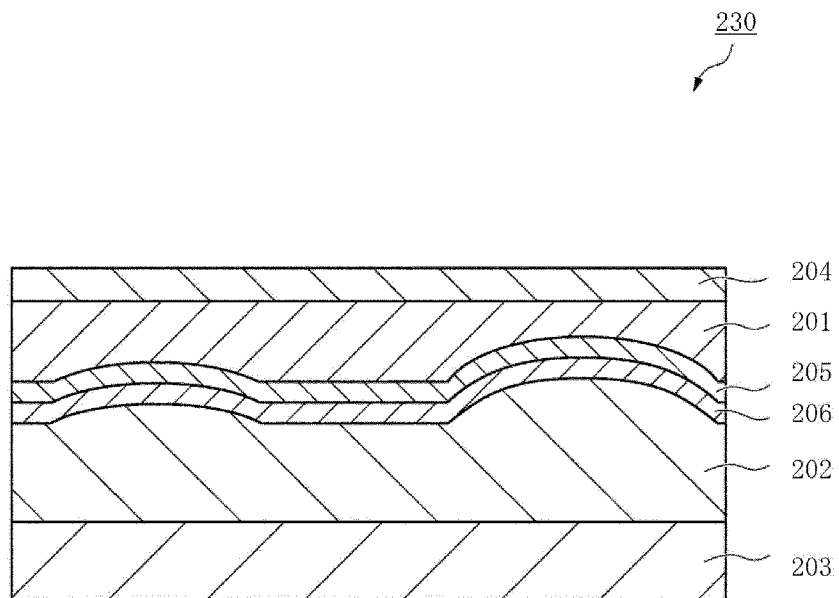
[図7]

図 7



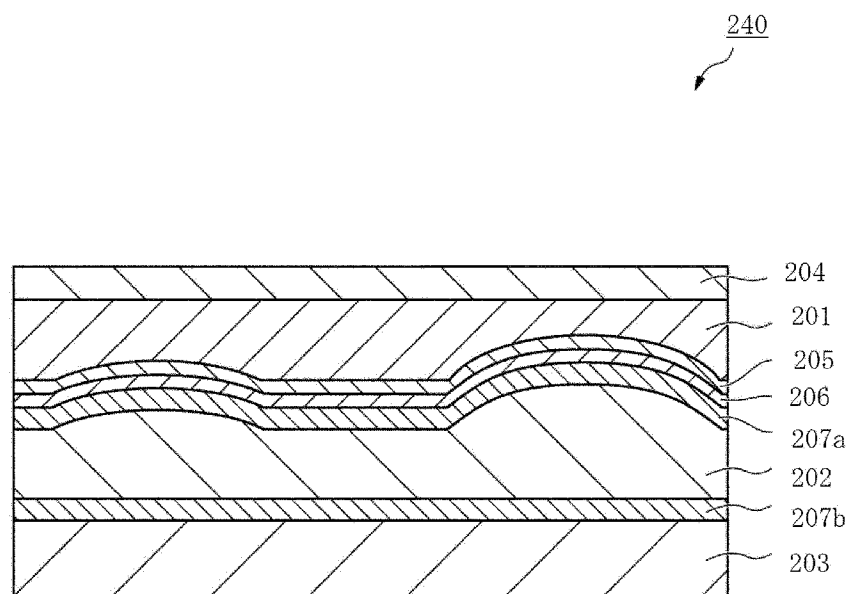
[図8]

図 8



[図9]

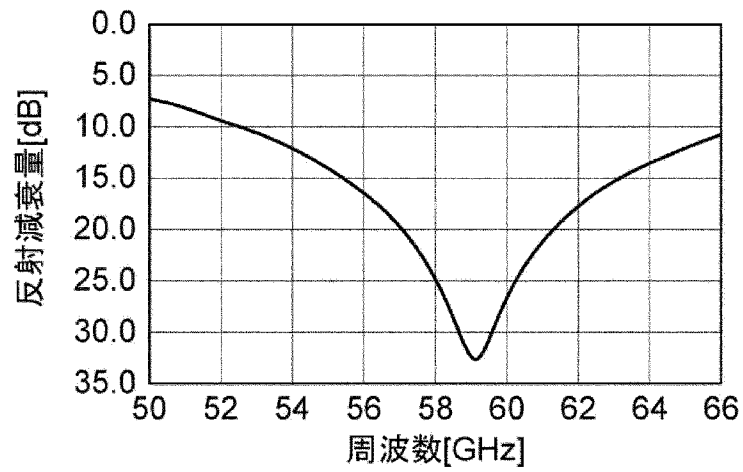
図 9



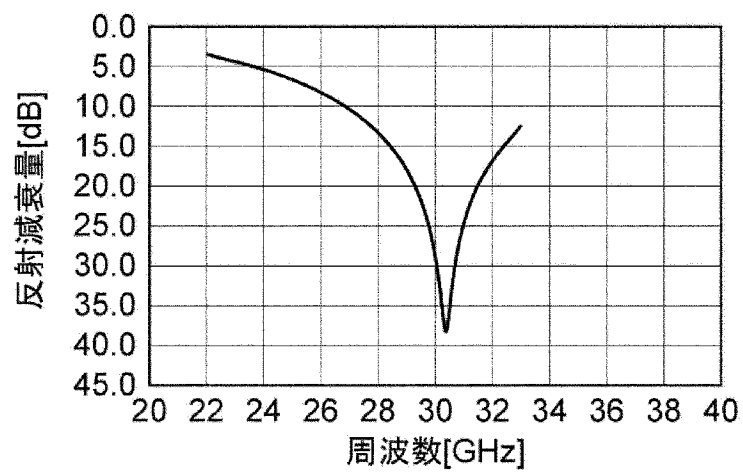
[図10]

図 10

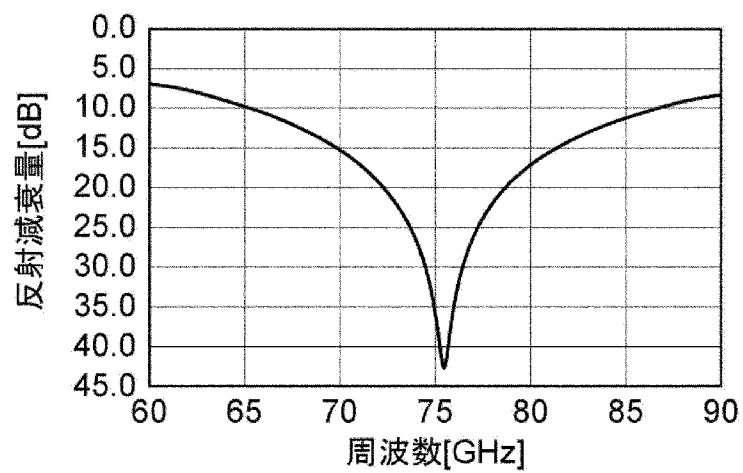
(a)



(b)



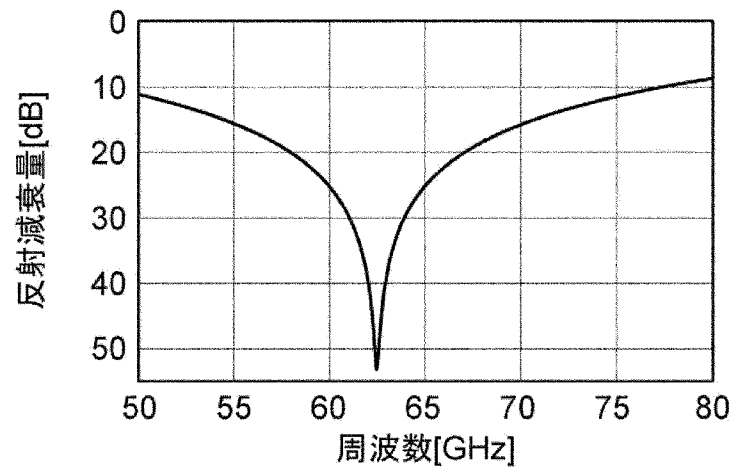
(c)



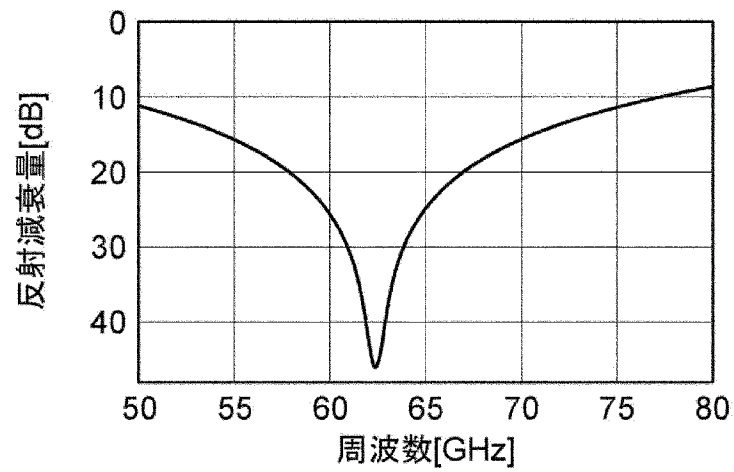
[図11]

図 1 1

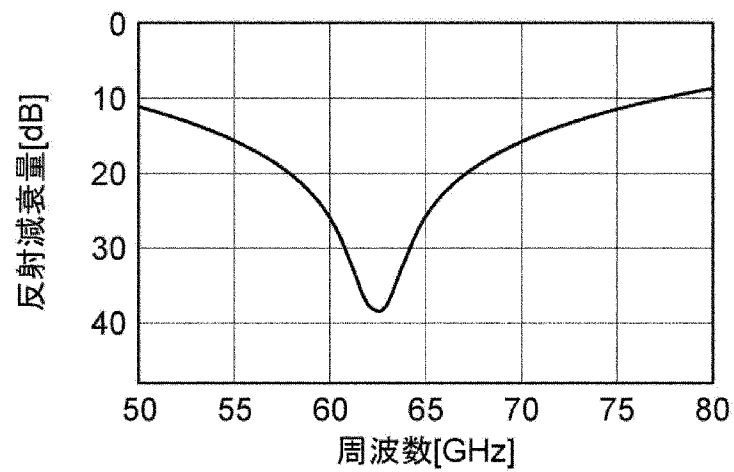
(a)



(b)



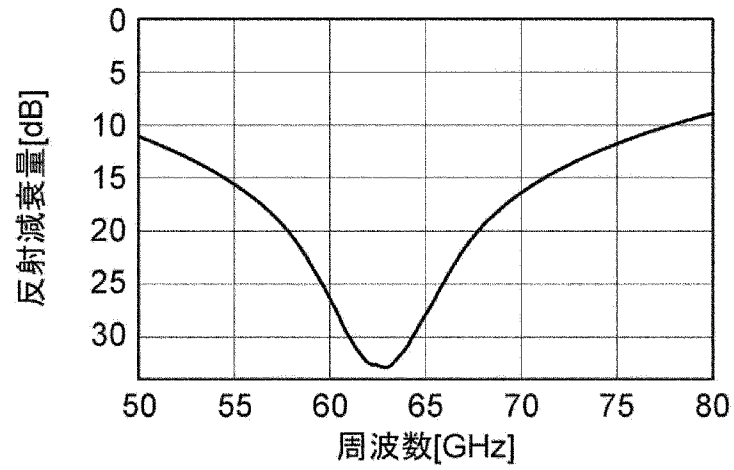
(c)



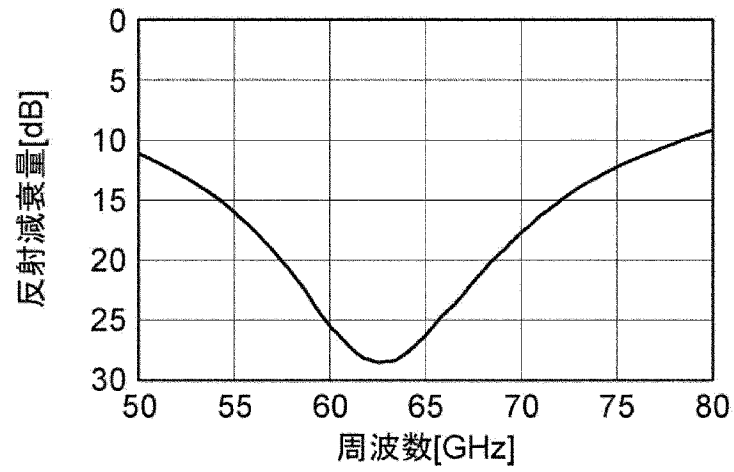
[図12]

図 1 2

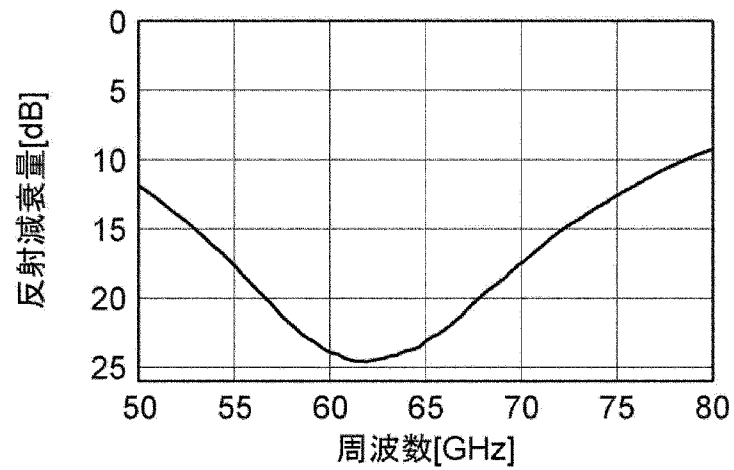
(a)



(b)



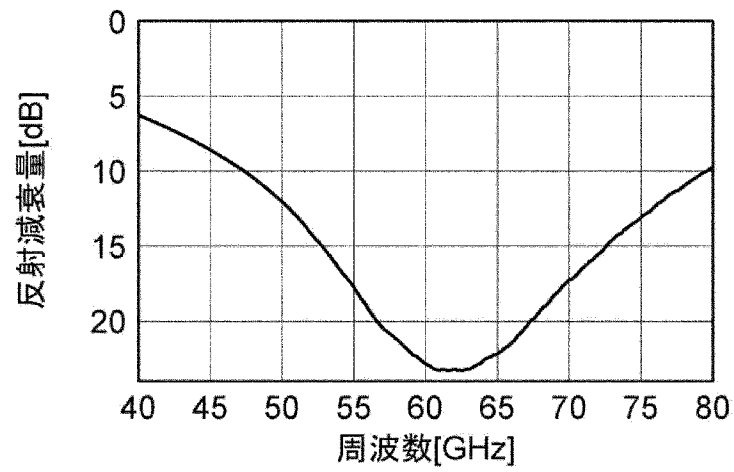
(c)



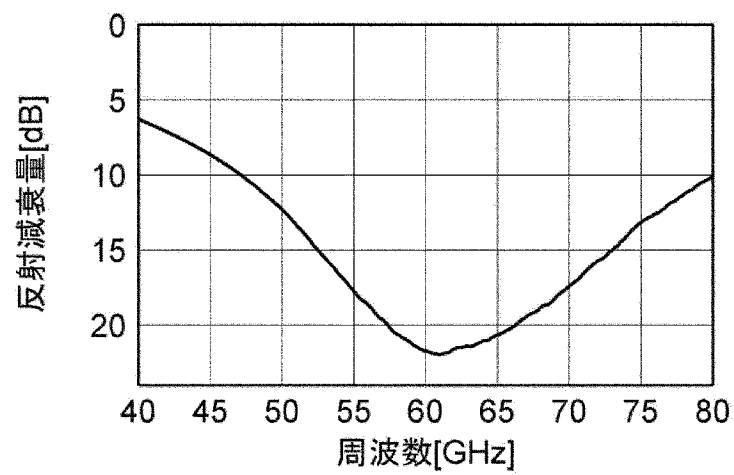
[図13]

図 1 3

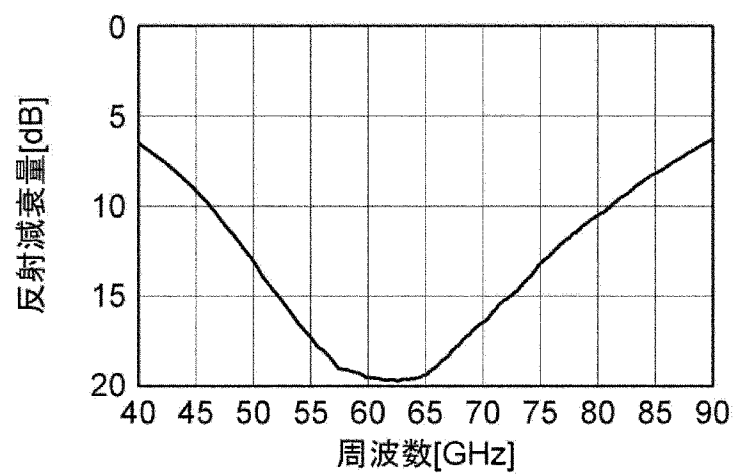
(a)



(b)



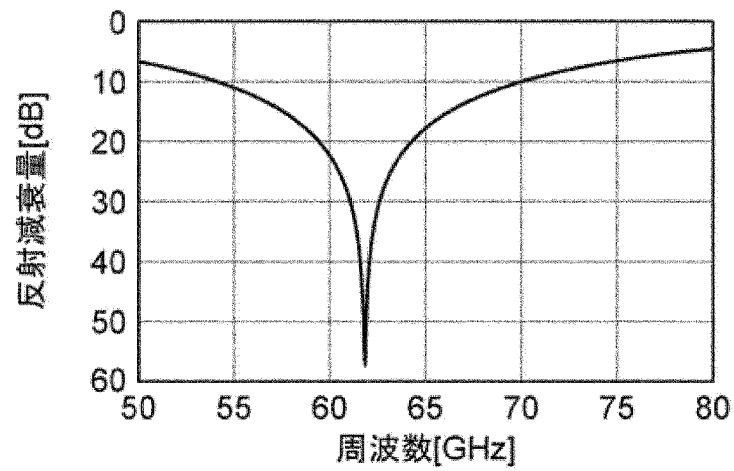
(c)



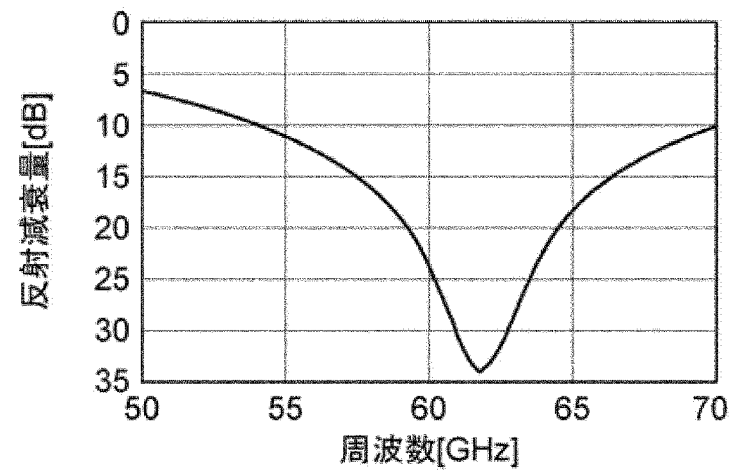
[図14]

図 1 4

(a)



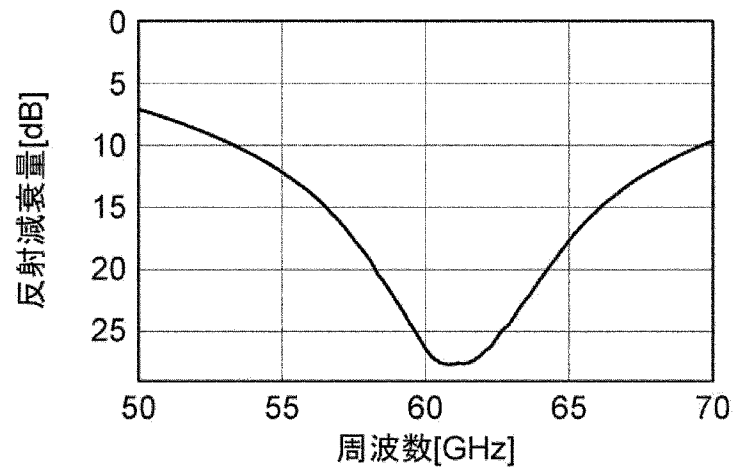
(b)



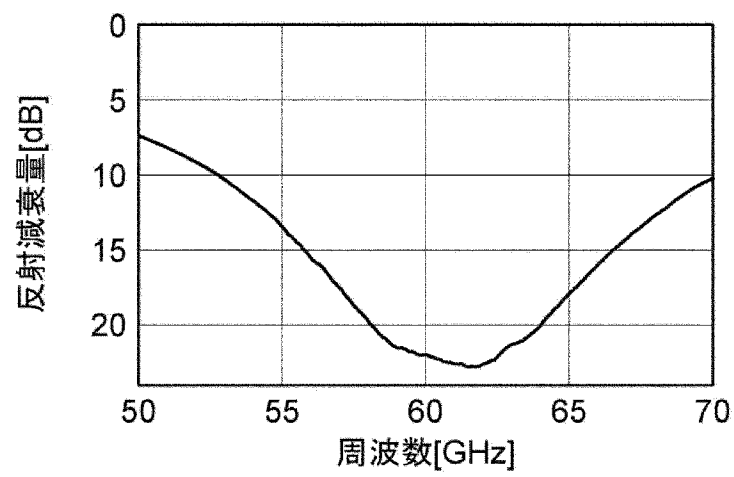
[図15]

図 15

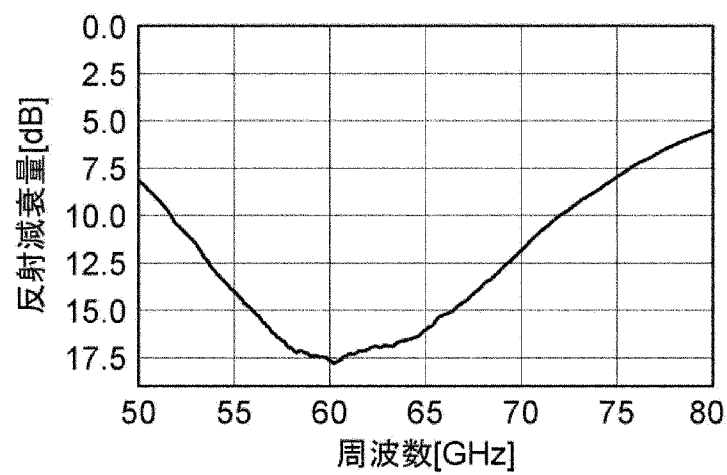
(a)



(b)



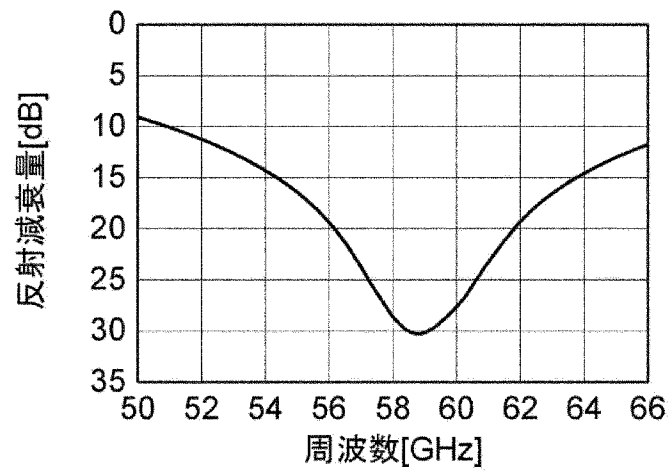
(c)



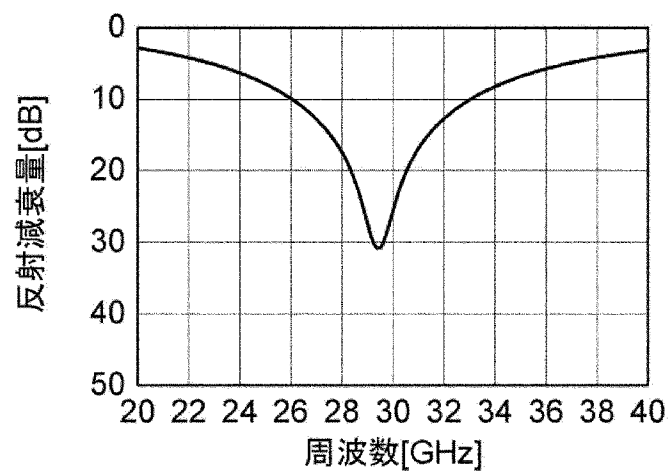
[図16]

図 16

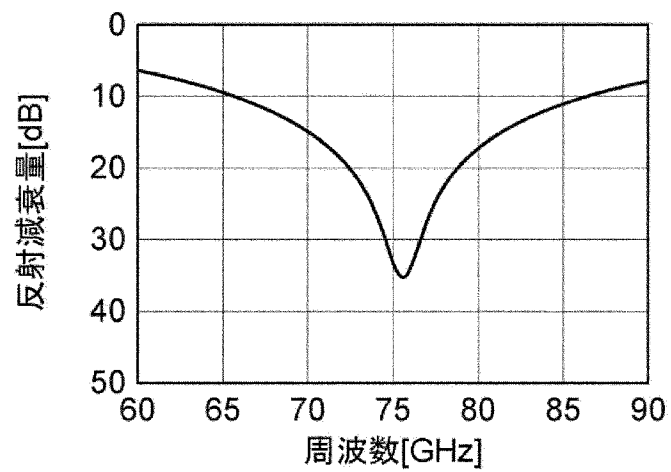
(a)



(b)



(c)



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2023/014943

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H05K 9/00(2006.01)i; **B32B 7/022**(2019.01)i; **B32B 7/025**(2019.01)i; **B32B 27/00**(2006.01)i; **C08J 5/18**(2006.01)i;
H01Q 17/00(2006.01)i
 FI: H05K9/00 M; H01Q17/00; B32B7/025; B32B27/00 B; B32B27/00 Z; B32B7/022; C08J5/18 CEZ

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

H05K9/00; B32B7/022; B32B7/025; B32B27/00; C08J5/18; H01Q17/00

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Published examined utility model applications of Japan 1922-1996
 Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2023
 Registered utility model specifications of Japan 1996-2023
 Published registered utility model applications of Japan 1994-2023

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP 2008-135485 A (TAIKA K.K.) 12 June 2008 (2008-06-12) paragraphs [0031], [0040], [0041], [0054], [0055], fig. 1, 3(a)	1-6
A	paragraphs [0031], [0040], [0041], [0054], [0055], fig. 1, 3(a)	7-16
X	JP 2022-50120 A (SEKISUI CHEMICAL CO., LTD.) 30 March 2022 (2022-03-30) paragraphs [0010], [0011], [0015], [0026], [0038], fig. 3	1
A	paragraphs [0010], [0011], [0015], [0026], [0038], fig. 3	7-16
A	JP 2003-309394 A (KOYO SANGYO CO., LTD.) 31 October 2003 (2003-10-31) entire text, fig. 1, 2	7-16
A	WO 2007/097454 A1 (ZEON CORP.) 30 August 2007 (2007-08-30) entire text, fig. 1-7	7-16

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
 “E” earlier application or patent but published on or after the international filing date
 “L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
 “O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
 “P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
 “X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
 “Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
 “&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

30 June 2023

Date of mailing of the international search report

11 July 2023

Name and mailing address of the ISA/JP

**Japan Patent Office (ISA/JP)
 3-4-3 Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915
 Japan**

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/JP2023/014943

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
JP	2008-135485	A	12 June 2008	(Family: none)	
JP	2022-50120	A	30 March 2022	(Family: none)	
JP	2003-309394	A	31 October 2003	(Family: none)	
WO	2007/097454	A1	30 August 2007	(Family: none)	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） H05K 9/00(2006.01)i; B32B 7/022(2019.01)i; B32B 7/025(2019.01)i; B32B 27/00(2006.01)i; C08J 5/18(2006.01)i; H01Q 17/00(2006.01)i FI: H05K9/00 M; H01Q17/00; B32B7/025; B32B27/00 B; B32B27/00 Z; B32B7/022; C08J5/18 CEZ		
B. 調査を行った分野		
調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC）） H05K9/00; B32B7/022; B32B7/025; B32B27/00; C08J5/18; H01Q17/00		
最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの 日本国実用新案公報 1922-1996年 日本国公開実用新案公報 1971-2023年 日本国実用新案登録公報 1996-2023年 日本国登録実用新案公報 1994-2023年		
国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）		
C. 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
X	JP 2008-135485 A（株式会社タイカ）12.06.2008（2008-06-12） 段落【0031】【0040】【0041】【0054】【0055】，図1， 3（a）	1-6
A	段落【0031】【0040】【0041】【0054】【0055】，図1， 3（a）	7-16
X	JP 2022-50120 A（積水化学工業株式会社）30.03.2022（2022-03-30） 段落【0010】【0011】【0015】【0026】【0038】，図3	1
A	段落【0010】【0011】【0015】【0026】【0038】，図3	7-16
A	JP 2003-309394 A（光洋産業株式会社）31.10.2003（2003-10-31） 全文，図1-2	7-16
A	WO 2007/097454 A1（日本ゼオン株式会社）30.08.2007（2007-08-30） 全文，図1-7	7-16
☐ C欄の続きにも文献が列挙されている。 ☒ パテントファミリーに関する別紙を参照。		
* 引用文献のカテゴリー “A” 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの “E” 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの “L” 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す） “O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献 “P” 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献 “T” 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの “X” 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの “Y” 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの “&” 同一パテントファミリー文献		
国際調査を完了した日 30.06.2023		国際調査報告の発送日 11.07.2023
名称及びあて先 日本国特許庁(ISA/JP) 〒100-8915 日本国 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号		権限のある職員（特許庁審査官） 五貫 昭一 5D 9368 電話番号 03-3581-1101 内線 3551

国際調査報告
パテントファミリーに関する情報

国際出願番号
PCT/JP2023/014943

引用文献			公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP	2008-135485	A	12.06.2008	(ファミリーなし)	
JP	2022-50120	A	30.03.2022	(ファミリーなし)	
JP	2003-309394	A	31.10.2003	(ファミリーなし)	
WO	2007/097454	A1	30.08.2007	(ファミリーなし)	